

核技术利用建设项目

飞利浦医疗（苏州）有限公司
新建 2 座射线装置测试机房项目
环境影响报告表

飞利浦医疗（苏州）有限公司
2023 年 10 月

生态环境部监制

核技术利用建设项目

飞利浦医疗（苏州）有限公司 新建 2 座射线装置测试机房项目 环境影响报告表

建设单位名称：飞利浦医疗（苏州）有限公司

建设单位法人代表（签名或盖章）：

通讯地址：苏州工业园区钟园路 258 号

邮政编码：215011

联系人：靳**

电子邮箱：martin.jin@philips.com

联系电话：180****3964

目 录

表 1 项目基本情况	- 1 -
表 2 放射源	- 5 -
表 3 非密封放射性物质	- 5 -
表 4 射线装置	- 6 -
表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）	- 7 -
表 6 评价依据	- 8 -
表 7 保护目标与评价标准	- 10 -
表 8 环境质量和辐射现状	- 15 -
表 9 项目工程分析与源项	- 20 -
表 10 辐射安全与防护	- 24 -
表 11 环境影响分析	- 29 -
表 12 辐射安全管理	- 53 -
表 13 结论与建议	- 57 -
表 14 审批	- 61 -
附图 1 飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目地理位置示意图	- 62 -
附图 2 飞利浦医疗（苏州）有限公司周围环境示意图	- 63 -
附图 3 飞利浦医疗（苏州）有限公司研发实验楼平面布置图	- 64 -
附图 4 新建 2 座射线装置测试机房与江苏省生态空间保护区域位置关系图	- 65 -
附件 1：委托书	- 66 -
附件 2：射线装置使用承诺书	- 67 -
附件 3：辐射安全许可证正副本	- 68 -
附件 4：辐射环境本底检测报告	- 72 -
附件 5：DSA 探测器铅当量测试报告	- 81 -
附件 6：投资项目备案证	- 90 -

表 1 项目基本情况

建设项目名称		飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目			
建设单位		飞利浦医疗（苏州）有限公司 (统一社会信用代码：913205946993402277)			
法人代表姓名	成焱	联系人	靳**	联系电话	180****3964
注册地址		苏州工业园区钟园 258 号			
项目建设地点		苏州工业园区钟园 258 号			
立项审批部门		苏州工业园区行政审批局	批准文号	苏园行审备（2023）1010 号	
建设项目总投资 (万元)		96.4	项目环保总投资 (万元)	40	投资比例（环保 投资/总投资） 41.5%
项目性质		<input checked="" type="checkbox"/> 新建 <input type="checkbox"/> 改建 <input type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 其他		占地面积 (m ²)	/
应用 类型	放射源	<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> I 类 <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> I 类（医疗使用） <input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类 <input type="checkbox"/> IV 类 <input type="checkbox"/> V 类		
	非密封放 射性物质	<input type="checkbox"/> 生产	<input type="checkbox"/> 制备 PET 用放射性药物		
		<input type="checkbox"/> 销售	/		
		<input type="checkbox"/> 使用	<input type="checkbox"/> 乙 <input type="checkbox"/> 丙		
	射线装置	<input checked="" type="checkbox"/> 生产	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input type="checkbox"/> 销售	<input type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
		<input checked="" type="checkbox"/> 使用	<input checked="" type="checkbox"/> II 类 <input type="checkbox"/> III 类		
	其他	/			
	<p>项目概述：</p> <p>一、建设单位基本情况、项目建设规模及由来</p> <p>飞利浦医疗（苏州）有限公司（以下简称“公司”）位于苏州工业园区钟园路 258 号，是飞利浦集团下属最大的生产和研发公司之一，现有研发人员 400 多人，生产及其它支持人员 700 多人。公司近几年产值持续高位数增长，2021 年产值达到 30 亿。</p> <p>基于飞利浦集团业务调整契机，飞利浦医疗（苏州）有限公司拟在厂区内新建 1</p>				

座电波暗室，用于对公司生产的 Azurion 3/5/7 系列 DSA 进行电磁兼容性的测量；并在电波暗室北侧新建 1 座调试机房，用于 Azurion 3/5/7 系列 DSA 的调试工作。电波暗室在测量电磁兼容性时，射线装置处于开机出束状态，会产生 X 射线；DSA 调试过程中也会开机出束，产生 X 射线。电波暗室及调试机房均仅用于新型号设备注册或原有型号设备变更时的电磁兼容性测量和调试工作，非常规生产、调试使用，年工作量不超过 5 台。飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目已于 2023 年 9 月 22 日进行立项备案，并取得苏州工业园区行政审批局核准的投资项目备案证，备案证号：苏园行审备（2023）1010 号，详见附件 6。

飞利浦医疗（苏州）有限公司 Azurion 3/5/7 系列 DSA 属 II 类射线装置，为保护环境和公众利益，防止辐射污染，根据《中华人民共和国环境影响评价法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《建设项目环境保护管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》等法律法规的规定，依照《建设项目环境影响评价分类管理名录》（生态环境部令第 16 号，2021 年版），本项目新建 2 座射线装置测试机房项目，属于“172 核技术利用建设项目”中的“生产、使用 II 类射线装置的”项目，确定为编制环境影响报告表。

受飞利浦医疗（苏州）有限公司委托，南京瑞森辐射技术有限公司承担了该单位新建 2 座射线装置测试机房项目的环境影响评价工作。南京瑞森辐射技术有限公司在资料调研、项目工程分析、现场勘察及现场监测等工作的基础上，编制了该项目环境影响报告表。飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目射线装置使用情况见下表：

表 1-1 新建 2 座射线装置测试机房项目射线装置使用情况一览表

序号	射线装置名称/型号	数量	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	射线装置类别	工作场所名称	环评情况及审批时间	备注
1	Azurion 3/5/7 系列 DSA	5 台/年	125	680	II	电波暗室、调试机房	本次环评，尚未审批	/

二、项目选址情况

飞利浦医疗（苏州）有限公司位于江苏省苏州市工业园区钟园路 258 号，公司东侧为凤里街，南侧为钟园路，西侧和北侧均为空地。本项目拟新建的电波暗室和调试机房均位于厂区研发实验室楼内，研发试验楼东侧为厂区内部道路，南侧为过道及生产装配车间，西侧为厂内空地，北侧为厂区内部道路。研发实验室楼为地上单层建筑，

楼上无建筑，下方为土层。本项目地理位置如附图 1 所示，厂区平面布置如附图 2 所示。

拟建电波暗室位于研发试验楼内，占研发实验楼大部分面积，其东侧为控制室、设备间及设备存储区，南侧、西侧均为研发实验楼墙壁，北侧为调试机房拟建址；调试机房拟建址东侧为控制室，南侧为电波暗室拟建址，西侧为研发实验楼墙壁，北侧为楼梯间。研发实验室楼平面布局如附图 3 所示。

本项目拟新建的电波暗室、调试机房周围 50m 范围东侧、南侧、西侧均在飞利浦医疗（苏州）有限公司厂区范围内，北侧至厂外空地，50m 范围内均无学校、居民区等环境敏感点（详见附图 2），项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司其他工作人员及周围其他公众等。

三、实践正当性分析

此次新建电波暗室和调试机房可以完善飞利浦医疗（苏州）医疗有限公司医疗器械检测能力，将会极大缩减新产品研发周期和上市进度，有力地支持飞利浦医疗（苏州）有限公司向集团争取获取更多业务。基于目前项目业务调整规模，整个项目完成后会在苏州增加近 100 个研发岗位，带来超过 1 亿的新增产值。另外企业自主投建大型医疗设备电波暗室和调试机房，也会给苏州乃至国内医疗产业的配套升级起到很好带头和推动作用，从带动地区医疗产业发展。在落实本次环评辐射防护和辐射安全管理后，本项目获得的利益远大于对环境的影响，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、原有核技术利用项目履行环保手续情况

飞利浦医疗（苏州）有限公司现持有苏州市生态环境局颁发的辐射安全许可证，证书编号为苏环辐证[E1293]，种类和范围为“生产、销售、使用 II 类、III 类射线装置”，有效期至：2028 年 8 月 28 日。公司辐射安全许可证正本见附件 3。

公司原有核技术利用项目均已履行环保手续，无历史遗留环保问题。

五、“三线一单”相符性分析

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、

江苏省生态空间管控区域；根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。本项目与江苏省生态空间保护区域位置关系图见附图 4。

表 2 放射源

序号	核素名称	总活度 (Bq) / 活度 (Bq) ×枚数	类别	活度种类	用途	使用场所	贮存方式与地点	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：放射源包括放射性中子源，对其要说明是何种核素以及产生的中子流强度 (n/s)

表 3 非密封放射性物质

序号	核素名称	理化性质	活动种类	实际日最大 操作量 (Bq)	日等效最大 操作量 (Bq)	年最大用量 (Bq)	用途	操作方式	使用场所	贮存方式与地点
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：日等效最大操作量和操作方式见《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）。

表 4 射线装置

(一) 加速器：包括医用、工农业、科研、教学等用途的各种类型加速器

序号	名称	类别	数量	型号	加速 粒子	最大能量 (MeV)	额定电流 (mA) / 剂量率 (Gy/h)	用途	工作场所	备注
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(二) X 射线机，包括工业探伤、医用诊断和治疗、分析等用途

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大管电流 (mA)	用途	工作场所	备注
1	DSA	II	5 台/a	Azurion 3/5/7 系列	125	680	测试	电波暗室、调试机房	/
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

(三) 中子发生器，包括中子管，但不包括放射性中子源

序号	名称	类别	数量	型号	最大管电压 (kV)	最大靶电流 (μ A)	中子强度 (n/s)	用途	工作场所	氚靶情况			备注
										活度 (Bq)	贮存方式	数量	
/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 5 废弃物（重点是放射性废弃物）

名称	状态	核素名称	活度	月排放量	年排放总量	排放口浓度	暂存情况	最终去向
臭氧、氮氧化物	气态	/	/	少量	少量	/	不暂存	通过排风系统排入外环境， 臭氧常温下约 50 分钟可自然分解为氧气。
/	/	/	/	/	/	/	/	/

注：1.常规废弃物排放浓度，对于液态单位为 mg/L，固体为 mg/kg，气态为 mg/m³；年排放总量用 kg。

2.含有放射性的废物要注明，其排放浓度、年排放总量分别用比活度（Bq/L 或 Bq/kg 或 Bq/m³）和活度（Bq）。

表 6 评价依据

<p>法规 文件</p>	<p>(1) 《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订版），2015年1月1日起实施；</p> <p>(2) 《中华人民共和国环境影响评价法》（修正版），2018年12月29日发布施行；</p> <p>(3) 《中华人民共和国放射性污染防治法》，2003年10月1日起实施；</p> <p>(4) 《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，国务院令第449号，2005年12月1日起施行；2019年修改，国务院令709号，2019年3月2日施行；</p> <p>(5) 《建设项目环境保护管理条例》（2017年修订版），国务院令第682号，2017年10月1日发布施行；</p> <p>(6) 《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》（2021年修正本），生态环境部部令第20号，2021年1月4日起施行；</p> <p>(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021年版），生态环境部令第16号，2021年1月1日起施行；</p> <p>(8) 《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，环保部令第18号，2011年5月1日起施行；</p> <p>(9) 《关于发布〈射线装置分类〉的公告》，环境保护部、国家卫生和计划生育委员会，公告2017年第66号，2017年12月5日起施行；</p> <p>(10) 《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，生态环境部公告2019年第57号，2020年1月1日起施行；</p> <p>(11) 《江苏省辐射污染防治条例》（2018年修正本），2018年5月1日起实施；</p> <p>(12) 《关于启用环境影响评价信用平台的公告》，生态环境部公告2019年第39号，2019年10月25日发布；</p> <p>(13) 《建设项目环境影响报告书（表）编制监督管理办法》，生态环境部部令第9号，2019年11月1日起施行；</p> <p>(14) 《省政府关于印发江苏省国家级生态保护红线规划的通知》，苏政发〔2018〕74号，2018年6月9日发布；</p> <p>(15) 《省政府关于印发江苏省生态空间管控区域规划的通知》，苏政发</p>
------------------	---

	<p>(2020) 1号, 2020年1月8日发布;</p> <p>(16) 《江苏省政府关于印发江苏省“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》, 苏政发(2020) 49号, 2020年6月21日发布。</p>
技术标准	<p>(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》(HJ 2.1-2016);</p> <p>(2) 《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》(HJ 10.1-2016);</p> <p>(3) 《辐射环境监测技术规范》(HJ 61-2021);</p> <p>(4) 《环境γ辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021);</p> <p>(5) 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002);</p> <p>(6) 《电离辐射监测质量保证通用要求》(GB 8999-2021);</p> <p>(7) 《放射诊断放射防护要求》(GBZ 130-2020);</p> <p>(8) 《职业性外照射个人监测规范》(GBZ 128-2019)。</p>
其他	<p>附图:</p> <p>(1) 飞利浦医疗(苏州)有限公司新建2座射线装置测试机房项目地理位置示意图;</p> <p>(2) 飞利浦医疗(苏州)有限公司周围环境示意图;</p> <p>(3) 飞利浦医疗(苏州)有限公司研发试验楼平面布置图;</p> <p>(4) 飞利浦医疗(苏州)有限公司新建2座射线装置测试机房项目与江苏省生态空间区域位置关系图。</p> <p>附件:</p> <p>(1) 项目委托书;</p> <p>(2) 射线装置使用承诺书;</p> <p>(3) 辐射安全许可证正副本;</p> <p>(4) 辐射环境本底检测报告;</p> <p>(5) DSA 平板探测器铅当量测试报告;</p> <p>(6) 投资项目备案证。</p>

表 7 保护目标与评价标准

评价范围

根据《辐射环境保护管理导则 核技术利用建设项目 环境影响评价文件的内容和格式》（HJ 10.1-2016）中“放射源和射线装置应用项目的评价范围，通常取装置所在场所实体屏蔽物边界外 50m 的范围（无实体边界项目视具体情况而定，应不低于 100m 的范围）”的要求，以及根据本项目的特点，本项目的评价范围确定为飞利浦医疗（苏州）有限公司新建电波暗室和调试机房实体屏蔽墙体边界外周围 50m 范围内区域，评价范围详见附图 2。

保护目标

本项目拟新建的电波暗室、调试机房周围 50m 范围东侧、南侧、西侧均在飞利浦医疗（苏州）有限公司厂区范围内，北侧至厂外空地，50m 范围内均无学校、居民区等环境敏感点（详见附图 2），项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司其他工作人员及周围其他公众等。详见表 7-1。

表 7-1 本项目保护目标一览表

编号	保护目标名称	方位	距离	人口规模
1	辐射工作人员	电波暗室东侧、调试机房东侧	毗邻电波暗室、调试机房	8 人
2	公众	东侧,研发实验楼内其他工作人员	0~4.6m	约 5 人
3		东侧, 厂区道路上人员	5~50m	流动人员
4		南侧, 生产装配车间内工作人员	5~50m	约 35 人
5		西侧, 厂区道路上人员	2~50m	流动人员
6		北侧, 厂区道路上人员	2~30m	流动人员
7		北侧, 厂外空地	30~50m	流动人员

本项目评价范围内不涉及国家公园、自然保护区、风景名胜区、世界文化和自然遗产地、海洋特别保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区。对照《江苏省国家级生态保护红线规划》（苏政发〔2018〕74 号）、《江苏省生态空间管控区域规划》（苏政发〔2020〕1 号），本项目拟建址评价范围内不涉及江苏省国家级生态保护红线、江苏省生态空间管控区域；根据现场监测和环境影响预测，项目建设满足环境质量底

线要求，不会造成区域环境质量下降；本项目对资源消耗极少，不涉及违背生态环境准入清单的问题；本项目的建设符合江苏省“三线一单”生态环境分区管控要求。

评价标准

1、《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）：

工作人员职业照射和公众照射剂量限值

对象	要求
职业照射剂量限值	应对任何工作人员的职业照射水平进行控制，使之不超过下述限值： ①由审管部门决定的连续5年的年平均有效剂量，20mSv； ②任何一年中的有效剂量，50mSv； ③眼晶体的年当量剂量，150mSv； ④四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量，500mSv。
公众照射剂量限值	实践使公众中有关关键人群组的成员所受的平均剂量估计值不应超过下述限值： ①年有效剂量，1mSv； ②特殊情况下，如果5个连续年的年平均剂量不超过1mSv，则某一单一年的有效剂量可提高到5mSv； ③眼晶体的年当量剂量，15mSv； ④皮肤的年当量剂量，50mSv。

辐射工作场所的分区

应把辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区：

注册者和许可证持有者应把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区：

注册者和许可证持有者应将下述区域定为监督区：这种区域未被定为控制区，在其中通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价。

2、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）（参考）：

6.1.4 应合理设置 X 射线设备、机房的门、窗和管线口位置，应尽量避免有用线束直接照射门、窗、管线口和工作人员操作位。

6.1.4 除床旁摄影设备、便携式 X 射线设备和车载式诊断 X 射线设备外，对新建、改建和扩建项目和技术改造、技术引进项目的 X 射线设备机房，其最小有效使用面积、

最小单边长度应符合表 2 的规定。

表 2 X 射线设备机房（照射室）使用面积、单边长度的要求

机房类型	机房内最小有效使用面积 m ²	机房内最小单边长度 m
单管头 X 射线机 (含 C 形臂、乳腺 CBCT)	20	3.5

6.2.1 不同类型 X 射线设备（不含床旁摄影设备和便携式 X 射线设备）机房的屏蔽防护应不低于表 3 的规定。

表 3 不同类型 X 射线设备机房的屏蔽防护铅当量厚度要求

机房类型	有用线束方向铅当量 mm	非有用线束方向铅当量 mm
C 形臂 X 射线设备机房	2.0	2.0

6.2.3 机房的门和窗关闭时应满足表 3 的要求。

6.3.1 机房的辐射屏蔽防护，应满足下列要求：

a) 具有透视功能的 X 射线机在透视条件下检测时，周围剂量当量率应不大于 2.5 μ Sv/h；测量时，X 射线机连续出束时间应大于仪器响应时间。

b) CT 机、乳腺摄影、乳腺 CBCT、口内牙片摄影、牙科全景摄影、牙科全景头颅摄影、口腔 CBCT 和全身骨密度仪机房外的周围剂量率应不大于 2.5 μ Sv/h；

c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv；

d) 车载式诊断 X 射线设备工作时，应在车辆周围 3m 设立临时控制区，控制区边界的周围剂量当量率应符合 6.3.1 中 a) ~c) 的要求。

6.4.1 机房应设有观察窗或摄像监控装置，其设置的位置应便于观察到患者和受检者状态及防护门开闭情况。

6.4.2 机房内不应堆放与该设备诊断工作无关的杂物。

6.4.3 机房应设置动力通风装置，并保持良好的通风。

6.4.4 机房门外应有电离辐射警告标志；机房门上方应有醒目的工作状态指示灯，灯箱上应设置如“射线有害、灯亮勿入”的可视警示语句；候诊区应设置放射防护注意事项告知栏。

6.4.5 平开机房门应有自动闭门装置；推拉式机房门应设有曝光时关闭机房门的管理

措施；工作状态指示灯能与机房门有效关联。

6.4.6 电动推拉门宜设置防夹装置。

6.4.10 机房出入门宜处于散射辐射相对低的位置。

附录 B

X 射线设备机房防护检测条件和散射模体应按表 B.1 的要求：

注 4：摄影机房屏蔽外的周围剂量当量率不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ 为曝光管电流 100mA 时的限值，若管电流不是 100mA ，则应将测量值归一至 100mA 。

3、《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）；

4.1 建筑施工过程中场界环境噪声不得超过表 1 规定的排放限值。

表 1 建筑施工场界环境噪声排放限值单位：dB (A)

昼间	夜间
70	55

4、剂量约束值

综合考虑《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB18871-2002）、《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）（参照）确定本项目的剂量约束值：

（1）职业人员取国家标准的 $1/4$ 作为剂量约束值，即年有效剂量不超过 5mSv ，公众取国家标准的 $1/10$ 作为剂量约束值，即年有效剂量不超过 0.1mSv 。

（2）电波暗室和调试机房四周墙体、门、窗外表面 30cm 处及屋顶 30cm 处透视工况下周围剂量当量率不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ；摄影工况下周围剂量当量率应不大于 $25\mu\text{Sv/h}$ ，当超过时机房外人员的年有效剂量应不大于 0.25mSv 。

5、参考资料

（1）《辐射防护导论》，方杰主编。

（2）《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》（辐射防护 第 13 卷第 2 期，1993 年 3 月），江苏省环境监测站。

江苏省原野、道路、建筑物室内 γ 辐射（空气吸收）剂量率（单位：nGy/h）

	原野	道路	室内
测值范围	33.1~72.6	18.1~102.3	50.7~129.4
均值	50.4	47.1	89.2

标准差 (s)	7.0	12.3	14.0
均值±3s	29.4~71.4	10.2~84.0	47.2~131.2

注：1、根据《江苏省环境天然贯穿辐射水平调查研究》，表 5 数据不含宇宙射线电离成分；
2、评价时采用“均值±3s”作为辐射环境本底参考范围。

表 8 环境质量和辐射现状

环境质量和辐射现状

一、项目位置、布局和周边环境

飞利浦医疗（苏州）有限公司位于江苏省苏州市工业园区钟园路 258 号，公司东侧为凤里街，南侧为钟园路，西侧和北侧均为空地。本项目拟新建的电波暗室和调试机房均位于厂区研发实验室楼内，研发试验楼东侧为厂区内部道路，南侧为过道及生产装配车间，西侧为厂内空地，北侧为厂区内部道路。研发实验室楼为地上单层建筑，楼上无建筑，下方为土层。

拟建电波暗室位于研发试验楼内，占研发实验楼大部分面积，其东侧为控制室、设备间及设备存储区，南侧、西侧均为研发实验楼墙壁，北侧为调试机房拟建址；调试机房拟建址东侧为控制室，南侧为电波暗室拟建址，西侧为研发实验楼墙壁，北侧为楼梯间。

本项目拟新建的电波暗室、调试机房周围 50m 范围东侧、南侧、西侧均在飞利浦医疗（苏州）有限公司厂区范围内，北侧至厂外空地，50m 范围内均无学校、居民区等环境敏感点（详见附图 2），项目选址可行。项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司其他工作人员及周围其他公众等。

飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目拟建址环境现状见图 8-1~图 8-8。



图 8-1 研发实验楼内



图 8-2 电波暗室东侧控制室拟建址



图 8-3 电波暗室拟建址西侧墙壁



图 8-4 电波暗室北侧调试机房拟建址



图 8-5 研发试验楼东侧厂区道路



图 8-6 研发试验楼南侧生产装配车间



图 8-7 研发试验楼西侧空地



图 8-8 研发试验楼北侧厂区道路

二、辐射环境现状调查

根据《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》(HJ 1157-2021)相关方法和要求,在进行环境现场调查时,于飞利浦医疗(苏州)有限公司车间新建2座射线装置测试机房拟建址周围进行布点,测量辐射现状剂量率。监测结果见表8-1,监测点位示意图见图8-9。

监测单位：南京瑞森辐射技术有限公司（公司检测资质见附件4）

检测仪器：6150 AD 6/H+6150 AD-b/H 型 X- γ 辐射监测仪（设备编号：NJRS-126，
检定有效期：2022年11月14日~2023年11月15日）。

能量响应：20keV~7MeV

测量范围：1nSv/h~99.9 μ Sv/h

监测日期：2023年9月7日

监测因子： γ 辐射剂量率

天气：晴

监测布点质量保证：根据《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）有关布点原则进行布点。

监测过程质量控制质量保证：本项目监测单位南京瑞森辐射技术有限公司已通过计量认证（证书编号：221020340350，检测资质见附件4），具备有相应的检测资质和检测能力，监测按照南京瑞森辐射技术有限公司《质量管理手册》和《辐射环境监测技术规范》（HJ 61-2021）的要求，实施全过程质量控制。

数据记录及处理：开机预热，手持仪器。一般保持仪器探头中心距离地面（基础面）为1m。仪器读数稳定后，每个点位读取10个数据，读取间隔不小于10s。空气比释动能和周围剂量当量的换算系数参照《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》（HJ 1157-2021），使用 ^{137}Cs 作为检定/校准参考辐射源时，换算系数取1.20Sv/Gy。

监测人员、监测仪器及监测结果：监测人员均经过考核，监测仪器经过计量部门检定，并在有效期内，监测仪器使用前经过校准或检验，监测报告实行三级审核。

评价方法：参照江苏省环境天然 γ 辐射剂量水平调查结果，评价项目周围的辐射环境质量。

表 8-1 新建 2 座射线装置测试机房项目拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率检测结果

测点编号	测点描述	测量结果（nGy/h）
1	电波暗室拟建址北部（室内）	66
2	电波暗室拟建址中部（室内）	67
3	电波暗室拟建址南部（室内）	67
4	电波暗室拟建址东侧（室内）	65

5	电波暗室拟建址东侧 (研发实验楼外, 道路)	79
6	电波暗室拟建址南侧 (研发实验楼外, 道路)	86
7	电波暗室拟建址西侧 (研发实验楼外, 道路)	79
8	研发实验楼北侧 (道路)	79
9	调试机房拟建址 (室内)	65
10	调试机房拟建址东侧 (室内)	64
11	调试机房拟建址北侧 (室内)	66
12	调试机房拟建址西侧 (研发实验楼外, 道路)	79
13	电波暗室拟建址南侧 (生产装配车间, 室内)	63

注: 1.测量结果已扣除宇宙射线响应值;

2.新建 2 座射线装置测试机房项目拟建址下方为土层, 上方为车间顶棚。

由表 8-1 监测结果可知, 飞利浦医疗 (苏州) 有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目拟建址及其周围环境室内 γ 辐射剂量率为 63nGy/h~67nGy/h, 道路 γ 辐射剂量率为 79nGy/h~86nGy/h, 处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平涨落范围内, 属于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平。

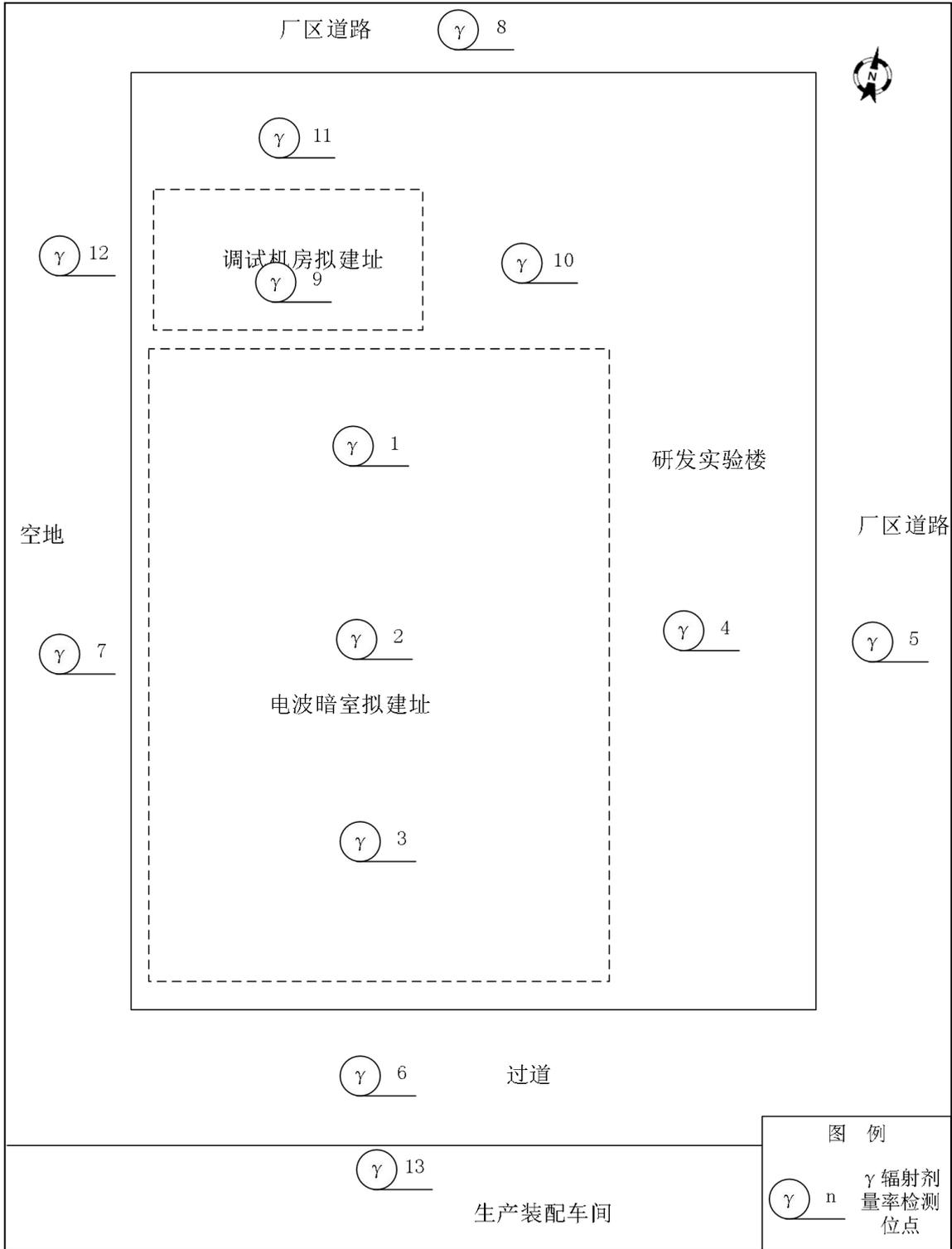


图 8-9 飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房拟建址周围环境 γ 辐射监测点位示意图

表 9 项目工程分析与源项

工程设备与工艺分析

一、工程设备

飞利浦医疗（苏州）有限公司 Azurion 3/5/7 系列 DSA 最大管电压为 125kV，最大输出电流为 680mA。DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器等，和图像检测系统，包括光栅、平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

一般 Azurion 型 DSA 外观图见图 9-1。

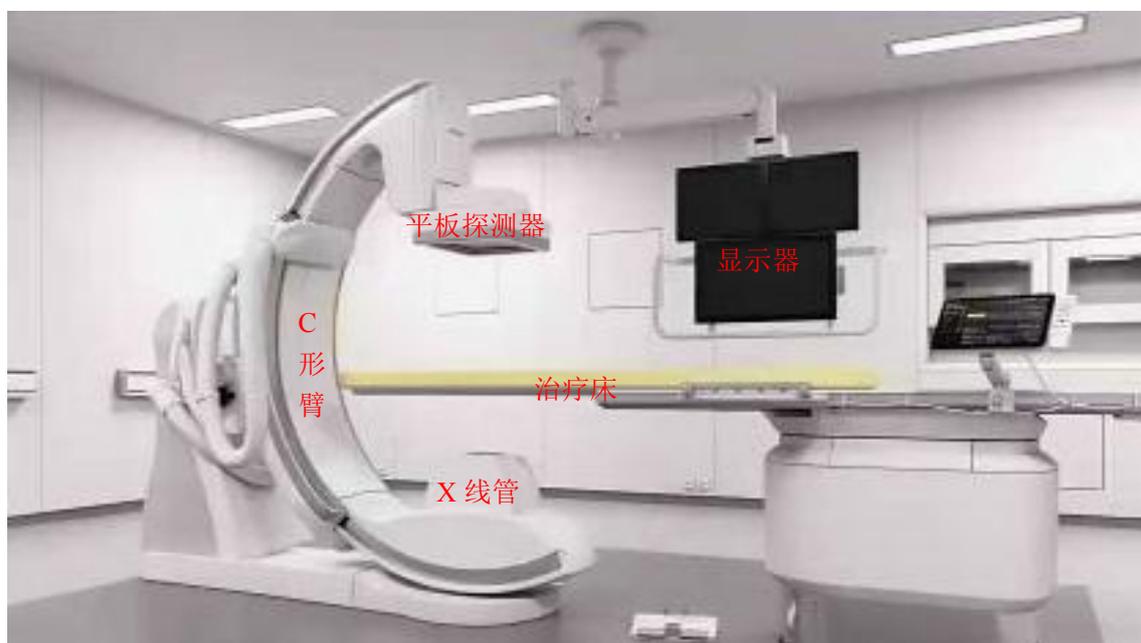


图 9-1 一般 Azurion 型 DSA 外观图

本项目电波暗室及调试机房均仅用于新型号设备注册或原有型号设备变更时的电磁兼容性测量和调试工作，非常规生产、调试使用，年工作量不超过 5 台。测量电磁兼容性时，每台 DSA 透视工况出束总时间不超过 4h，摄影工况出束总时间不超过 0.2s×100 次；在调试机房进行出束调试时，每台 DSA 透视工况出束总时间不超过 8h，摄影工况出束总时间不超过 0.06h。本项目工作负荷详见表 9-1。

表 9-1 本项目工作负荷一览表

工作场所	工作模式	单台工作时间	年总台数	年总工作时间
电波暗室	透视	4h	5 台	20h
	摄影	0.2s×100 次		0.03h
调试机房	透视	8h		40h
	摄影	0.2s×800 次		0.2h

二、工作原理及工作流程

1、工作原理

DSA 因其整体结构像大写的“C”，因此也称作 C 型臂 X 光机，DSA 由 X 线发生装置，包括 X 线球管及其附件、高压发生器、X 线控制器、和图像检测系统，包括光栅、平板探测器、光学系统、线束支架、检查床、输出系统等部件组成。

DSA 是通过电子计算机进行辅助成像的血管造影方法，是应用计算机程序进行两次成像完成的。在注入造影剂之前，首先进行第一次成像，并用计算机将图像转换成数字信号储存起来注入造影剂后，再次成像并转换成数字信号。两次数字信号相减，消除相同的信号，得到一个只有造影剂的血管图像。这种图像较以往所用的常规脑血管造影所显示的图像更清晰和直观，一些精细的血管结构亦能显示出来。且对比度、分辨率高，减去了血管以外的背景，尤其使与骨骼重叠的血管能清楚显示；由于造影剂用量少，浓度低，损伤小、较安全；节省胶片使造影价格低于常规造影。通过医用血管造影 X 射线机处理的图像，使血管的影像更为清晰，在进行介入于术时更为安全。

本项目为生产、使用 DSA，电波暗室、调试机房分别为进行 DSA 电磁兼容性测试、设备调试设计，测试、调试过程中使用专用模体代替人体进行透视或摄影。DSA 系统结构图见图 9-2。

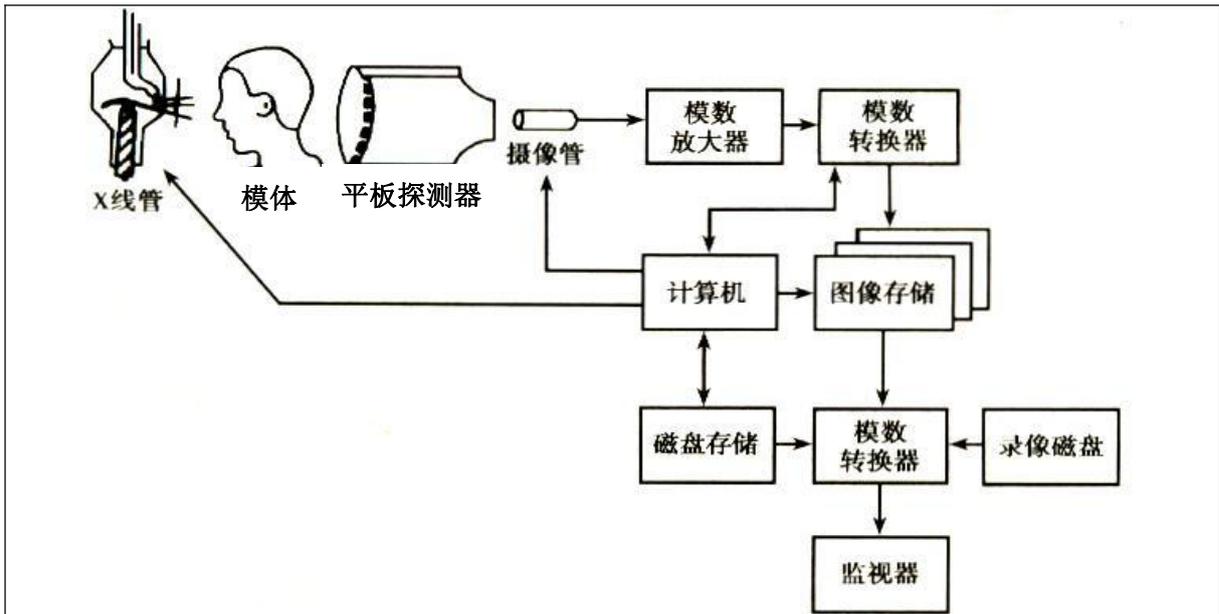


图 9-2 DSA 系统结构图

2、工作流程

根据飞利浦医疗（苏州）有限公司提供的资料及现场情况，本项目电波暗室和调试机房仅用于新型号产品注册或原有型号产品变更时的电磁兼容性测试和调试工作，已上市成熟产品的日常生产、调试工作在生产装配车间内原有调试机房内进行。

本项目工作流程如下：

①零部件采购：公司进行 DSA 零部件的采购，零件来自多个上游国内外供应商，其中关键零部件“X 射线球管”从国外飞利浦医疗系统研发和制造中心有限公司进口成品。各零部件均在其生产厂家完成测试或调试，飞利浦医疗（苏州）有限公司购进后不再进行零部件测试工作；

②整机组装：零部件采购齐全后，将在公司生产装配车间进行组装，组装过程设备不通电、不启动，整机组装完成后，将设备整体平移至电波暗室和调试机房；

③测试及调试：在调试机房内，首先检查整机通电情况，然后依次对 DSA 整机进行系统测试、自动功能测试、性能测试和手动功能测试并按照测试结果进行调试；然后将设备转移到电波暗室，进行电磁兼容性测量。设备开机出束期间调试机房、电波暗室均封闭，无人员在内，操作台均位于机房外。各项参数全部调试合格后再将 DSA 整机平移出电波暗室。

本项目仅承担产品研发或变更时的电磁兼容性测试及调试工作，不涉及设备的销售及售后工作。本项目工艺流程及产污环节如图 9-3 所示。

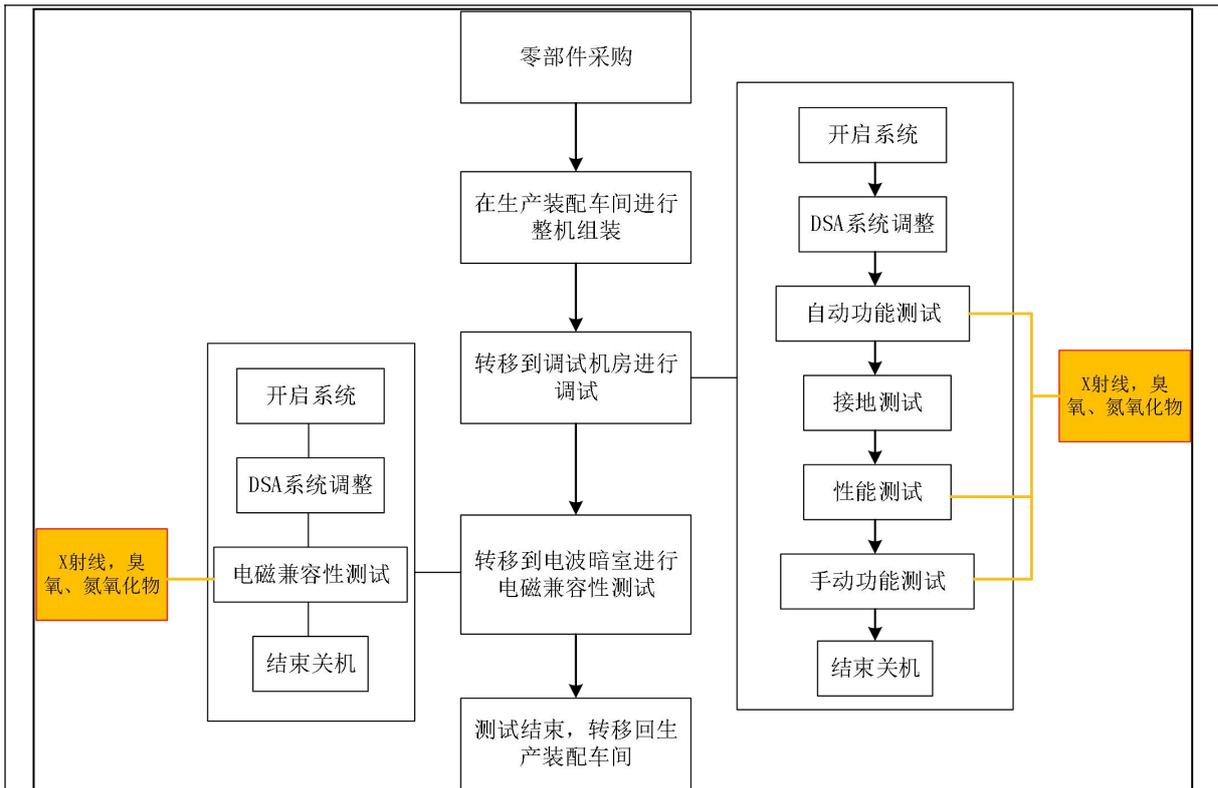


图 9-3 本项目 DSA 工艺流程和产物环节图

污染源项描述

1、放射性污染

由 DSA 工作原理可知，DSA 只有在开机并处于出束状态时（曝光状态）才会发出 X 射线，对 DSA 测试机房周围工作人员和公众产生一定外照射，因此 DSA 在开机曝光期间，X 射线是本项目主要污染物。

本项目 DSA 摄影工况最大管电压 125kV，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $600000\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ ；透视工况最大管电压 70kV，距辐射源点（靶点）1m 处输出量为 $240000\mu\text{Sv}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$ 。

2、非放射性污染

①废气：DSA 在出束状态时，X 射线会使空气电离产生微量的臭氧（ O_3 ）和氮氧化物（ NO_x ）。

②废水：主要是工作人员产生的生活污水。

③固体废物：主要是工作人员产生的生活垃圾。

表 10 辐射安全与防护

项目安全措施

一、工作场所布局合理性

(一) 工作场所布局合理性

飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 1 座电波暗室和 1 座调试机房分别用于对 DSA 进行电磁兼容性测量和设备调试。两座机房均配套独立用房，控制室与射线装置机房分开单独布置，区域划分明确，项目布局合理。

(二) 两区划分

1、分区原则

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）要求，将本项目辐射工作场所分为控制区和监督区，以便于辐射防护管理和职业照射控制。

控制区—把需要和可能需要专门防护手段或安全措施的区域定为控制区，以便控制正常工作条件下的正常照射或防止污染扩散，并预防潜在照射或限制潜在照射的范围。

监督区—通常不需要专门的防护手段或安全措施，但需要经常对职业照射条件进行监督和评价的区域。

2、控制区与监督区的划分

本次环评根据控制区和监督区的定义，结合项目辐射防护和环境情况特点进行辐射防护分区划分。公司拟将电波暗室、调试机房内部划分为控制区，该区域涉及射线装置使用区域，属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）定义的控制区，进行了专门的屏蔽防护设计；其余房间如：控制室及设备间等属《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）定义的监督区。

本项目控制区和监督区划分情况见表 10-1，并在图 10-1 上进行了标识。

表 10-1 项目控制区和监督区划分情况

场所名称	控制区	监督区
电波暗室	电波暗室内部	控制室、设备间
调试机房	调试机房内部	控制室

二、辐射防护屏蔽设计

飞利浦医疗（苏州）有限公司拟建电波暗室、调试机房辐射防护设计见表 10-2。

表 10-2 本项目电波暗室、调试机房屏蔽设计一览表

序号	机房	屏蔽体	屏蔽材料及厚度
1	电波暗室	四面墙体	通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料， -0.5m~2.5m 高度增设 2.5mm 铅板
		顶部	2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料
		防护门	2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料+2.5mm 铅板
		内部尺寸	22.9m（长）×14.2m（宽）×9.3m（高）
2	调试机房	北墙	6mm 铅板
		东墙、南墙、西墙、顶部	5mm 铅板
		观察窗	5mm 铅当量铅玻璃
		防护门	5mm 铅当量
		内部尺寸	9.6m（长）×4.2m（宽）×3.3m（高）

注：1、铁氧体材料为铁和其他金属的复杂化合物，是一种强磁性材料，其主要成分为 Fe_3O_4 ，其平均密度约为 $5.18\text{g}/\text{cm}^3$ ；

2、铅的密度不低于 $11.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，钢板密度不低于 $7.874\text{g}/\text{cm}^3$ 。

三、辐射安全措施

（1）电离辐射警告标志

本项目拟在电波暗室及调试机房入口处均设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明。

（2）工作状态指示灯

本项目拟在电波暗室及调试机房入口处均设置工作状态指示灯，电波暗室及调试机房内同样安装工作状态指示灯。

（3）门机联锁

本项目电波暗室及调试机房防护门均拟设置门机联锁，只有在防护门关闭的情况下，待测试的 DSA 方能出束，出束时若防护门被打开则 DSA 立即停止出束。

（4）操作员身份验证

电波暗室及调试机房操作系统会配置一个电子启动钥匙，该电子启动钥匙绑定对

应机房操作员的身份信息，只有电子钥匙认证成功才能启动系统。系统在没有插入电子钥匙的情况下无法进行开机曝光，电子启动钥匙由授权辐射操作人员保管使用，且定期进行身份核验。

(5) 急停按钮

本项目电波暗室及调试机房操作位置处均拟设置 1 个急停按钮，测试机房内测试的 DSA 装有急停按钮，在出现紧急情况下，辐射工作人员在电波暗室及调试机房内或控制室操作位均可按下急停按钮，急停按钮按下后即可停止 X 射线系统出束。

(6) 观察窗

本项目调试机房操作位置对应的墙上均设置有观察窗，通过观察窗，辐射工作人员可实时观察到测试机房内的情况。

(7) 防护用品

公司已配置辐射巡测仪，并拟为本项目增配 4 台个人剂量报警仪。

(8) 人员

公司拟为本项目配备 8 名辐射工作人员，其中电波暗室配备 5 名辐射工作人员，调试机房配备 3 名辐射工作人员。本项目工作人员均为专职人员，不兼职其他辐射工作。

公司拟为本项目辐射工作人员配备个人剂量计，定期送检且需做好个人剂量档案管理工作。公司已开展辐射工作人员的职业健康监护，定期安排其在有相应资质医院体检，并建立个人职业健康监护档案。

(9) 完善并落实射线装置相关的安全制度、管理制度，从事放射工作的工作人员均须参加放射工作的培训与辐射安全培训考核。工作人员在操作过程中遵守以上制度，严格按操作程序，避免发生事故。

四、监测仪器和防护用品

根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》要求，使用 II 类射线装置的单位应配备与辐射类型和辐射水平相适应的防护用品和监测仪器，包括个人剂量测量报警、辐射监测等仪器。

飞利浦医疗（苏州）有限公司拟为本项目配备辐射巡测仪 1 台及个人剂量报警仪 4 台。辐射工作人员工作时将佩带个人剂量计，以监测累积受照情况。

三废治理

(1) 废气：DSA 在出束状态时，X 射线使空气电离产生的微量臭氧 (O_3) 和氮氧化物 (NO_x) 可通过动力排风装置排至测试机房外，臭氧在常温下约 50 分钟可自动分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

(2) 废水：工作人员产生的生活污水，将接入市政管网，对周围环境影响较小。

(3) 固体废物：工作人员产生的生活垃圾，公司分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

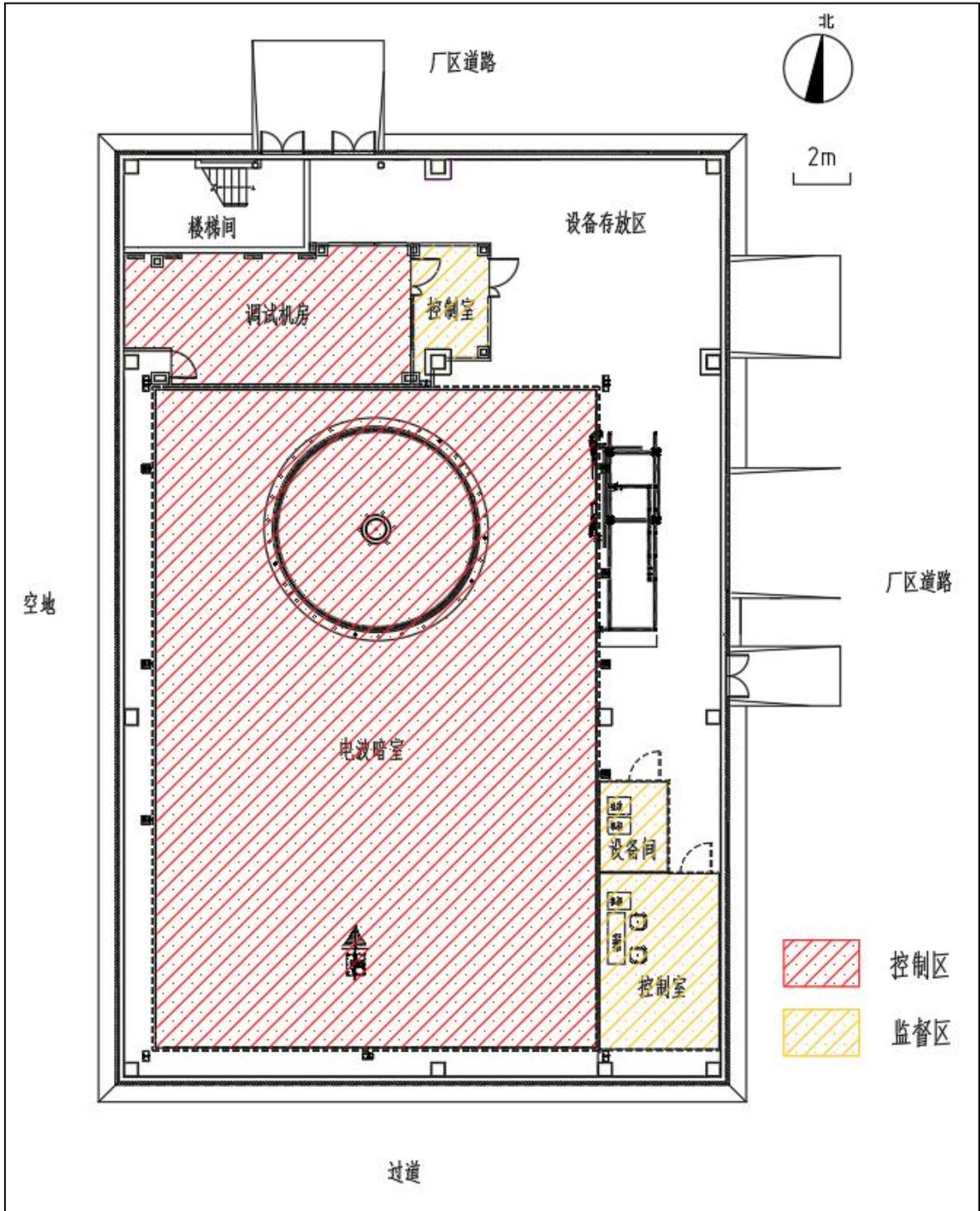


图 10-1 飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房工作场所分区示意图

表 11 环境影响分析

建设阶段对环境的影响

本项目拟新建的 2 座射线装置测试机房在原有研发实验楼内新建，2 座机房相互独立，无共用墙体。射线装置测试机房建设时主要工作为增加辐射防护屏蔽与内饰装潢，将产生施工噪声、扬尘和建筑垃圾污染，建设施工时对环境会产生如下影响：

1、大气：本项目在建设施工期需进行的墙体隔断、内饰装潢等作业，各种施工将产生地面扬尘，另外机械作业时排放废气和扬尘，但这些方面的影响仅局限在施工现场附近区域。针对上述大气污染采取以下措施：及时清扫施工场地，设立围挡，并保持施工场地一定的湿度。

2、噪声：整个建筑施工阶段都将产生不同程度的噪声，对周围环境造成一定的影响。在施工时严格执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2011）的标准，尽量采用噪声低的先进设备，同时严禁夜间进行强噪声作业。

3、固体废物：项目施工期间，会产生一定量以建筑垃圾为主的固体废弃物，施工方根据有关法律要求将其进行处理，使用废物袋装固体废物，袋上贴上标签，写明废物源及产生日期，并做好清运工作，防止废弃物在运输途中散落。

4、废水：项目施工期间，有一定量含有泥浆的建筑废水产生，对这些废水进行初级沉淀处理，并经隔渣后排放。

公司在施工阶段计划采取上述污染防治措施，将施工期的影响控制在公司车间内部，对周围环境影响较小。

运行阶段对环境的影响

一、辐射环境影响分析

对本次拟新建的 2 座射线装置测试机房的辐射环境影响采取理论计算的方法进行分析与评价。

1、机房屏蔽设计

(1) 评价标准

参考《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）表 3 规定，C 形臂 X 射线设备机房主束方向、非有用线束方向屏蔽体的铅当量均不应不小于 2.0mm 铅当量。

(2) 机房各屏蔽部位的铅当量厚度核算

由表 10-2，本项目 DSA 机房使用的屏蔽材料除铅以外，还涉及钢板、铁氧体材料。本项目按额定管电压 125kV 的极端条件核算机房各屏蔽部位屏蔽材料的等效铅当量厚度。

参考 GBZ 130-2020 中 C.1.2 b) 给出的计算公式进行计算：

$$X = \frac{1}{\alpha\gamma} \ln \left(\frac{B^{-\gamma} + \frac{\beta}{\alpha}}{1 + \frac{\beta}{\alpha}} \right) \quad \text{公式 11-1}$$

式中：X—不同屏蔽物质的铅当量厚度；

α 、 β 、 γ —相应屏蔽物质（本项目为混凝土）对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；给定铅厚度的屏蔽透射因子 B 值对照 GBZ 130-2020 中 C.1.2 a) 相应要求采用给出的计算公式进行计算：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}} \quad \text{公式 11-2}$$

式中：B—给定铅厚度的屏蔽透射因子；

α 、 β 、 γ —铅对对相应管电压 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数；

X—铅厚度。

由 GBZ 130-2020 中表 C.2 查取 125kV 管电压下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，由 NCRP147 报告 TABLE A.1、TABLE C.1 查取 100kV、70kV 管电压下 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数，列于表 11-1：

表 11-1 X 射线辐射衰减的有关的拟合参数

管电压	屏蔽材料	α	β	γ
125kV（主束）	铅	2.219	7.923	0.5386
	铁	0.2130	1.677	0.8217
70kV（主束）	铅	5.369	23.49	0.5881
	铁	0.7149	3.789	0.5378
100kV（散射）	铅	2.507	15.33	0.9124

	铁	0.3424	2.456	0.9388
70kV (散射)	铅	5.369	23.49	0.5883
	铁	0.7149	3.798	0.5381

本项目机房屏蔽部位涉及的钢板按公式 11-1、公式 11-2 计算其屏蔽透射因子 B、铅当量厚度，计算结果列于表 11-2。

表 11-2 铁的屏蔽透射因子 B、铅当量厚度计算结果

屏蔽材料	管电压	屏蔽透射因子 B	铅当量厚度 X (mm)
2.5mm 钢板+6mm 铁氧体，等效 6.45mm 铁	125kV (主束)	3.68×10^{-2}	0.7

注：6mm 铁氧体材料以密度等效换算为 3.95mm 铁。

(3) 机房的屏蔽防护铅当量厚度与标准要求的相符性

飞利浦医疗（苏州）有限公司拟新建 2 座射线装置测试机房辐射防护设计与参考标准相符性比对见表 11-3。

表 11-3 飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房辐射防护设计一览表

机房名称	参数	设计厚度	铅当量	屏蔽要求 (参考 GBZ 130-2020)	评价
电波暗室	四面墙体、顶部				2.5m 高度以下满足
	防护门				满足
	机房面积				满足
调试机房	北墙				满足
	东墙、南墙、西墙、顶部				满足
	观察窗				满足
	防护大门				满足

	防护小门			满足
	机房面积			满足

由表 11-3 可知，飞利浦医疗（苏州）有限公司新建调试机房的屏蔽防护措施能到达参考标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中关于放射诊断机房的辐射防护能力要求，电波暗室 2.5m 高度以下的屏蔽防护措施能到达参考标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）中关于放射诊断机房的辐射防护能力要求。

2、辐射影响预测

本项目辐射工作人员在对 DSA 测试过程中，均是隔室操作，DSA 出束时，无人员滞留在测试机房内。本项目新建 2 座测试机房中测试的 DSA 有落地 C 臂和悬吊 C 臂等安装方式，在测试过程中 DSA 的出束方向可以朝向任意方向，因此在计算过程中，四周墙体、观察窗、防护门和顶部均保守按照有用线束进行估算。

表 11-4 本项目射线装置测试运行工况

操作模式	测试期间最大工况	辐射影响对象
摄影模式		本项目辐射工作人员、周围其他工作人员及其他公众
透视模式		

2.1 调试机房辐射影响预测

为了进一步评价辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。调试机房外预测参考点选取如下：

- 1#—调试机房东侧防护门外 30cm，控制室；
- 2#—调试机房观察窗外 30cm，控制室；
- 3#—调试机房东墙外 30cm，控制室；
- 4#—调试机房南侧 30cm，电波暗室；
- 5#—调试机房西侧防护门外 30cm，过道；
- 6#—调试机房西侧 30cm，研发实验室楼外；
- 7#—调试机房北墙外 30cm，过道；
- 8#—调试机房防护大门外 30cm，过道；

9#—调试机房顶上 30cm，空置区域。

在调试机房外布设 9 个预测参考点，预测点布设见图 11-1 所示。

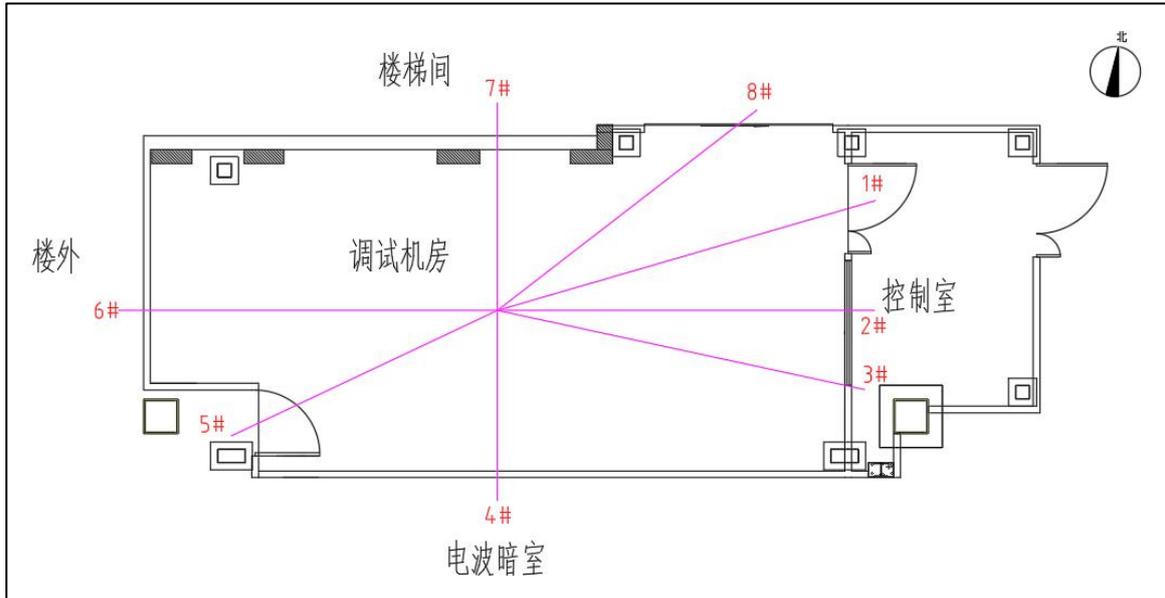


图 11-1 调试机房外预测参考点位示意图

(1) 关注点处有用线束辐射剂量率计算

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-3 计算：

$$\dot{H} = \frac{I \cdot H_0 \cdot B}{R^2} \cdot K \quad \text{公式 11-3}$$

式中： I —X 射线装置在最高管电压下的常用最大管电流；

H_0 —距辐射源点（靶点）1m 处输出量， $\mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，根据建设单位提供数据，本项目调试设备射线球管固有滤过不低于 2.5mmAl，查《辐射防护导论》附图 3，125kV 管电压下 H_0 取 $10 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ，70kV 管电压下 H_0 取 $4 \times 6 \times 10^4 \mu\text{Sv} \cdot \text{m}^2 / (\text{mA} \cdot \text{h})$ ；

B —屏蔽透射因子；

R —辐射源点（靶点）至关注点的距离，单位为米（m）；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2，对于本项目射线装置运行时最大管电压 125kV 时 K 值取 1.68，70kV 时取 1.60；

辐射屏蔽透射因子 B 按公式 11-2 计算：

$$B = \left[\left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \right) e^{\alpha \gamma X} - \frac{\beta}{\alpha} \right]^{-\frac{1}{\gamma}}$$

公式 11-2

式中：X—屏蔽物质厚度；

α, β, γ —拟合参数，详见《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）。

表 11-5 关注点处有用线束辐射剂量率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I (mA)	X^* (mmPb)	B	d (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—调试机房东侧防护门外 30cm, 控制室	透视	240000	70				1.78E-34
	摄影	600000	560				1.34E-10
2#—调试机房观察窗外 30cm, 控制室	透视	240000	70				1.99E-34
	摄影	600000	560				1.51E-10
3#—调试机房东墙外 30cm, 控制室	透视	240000	70				1.78E-34
	摄影	600000	560				1.34E-10
4#—调试机房南侧 30cm, 电波暗室	透视	240000	70				8.99E-34
	摄影	600000	560				6.80E-10
5#—调试机房西侧防护门外 30cm, 过道	透视	240000	70				3.23E-34
	摄影	600000	560				2.45E-10
6#—调试机房西侧 30cm, 研发实验室楼外	透视	240000	70				1.65E-34
	摄影	600000	560				1.25E-10
7#—调试机房北墙外 30cm, 过道	透视	240000	70				4.19E-36
	摄影	600000	560				7.40E-11
8#—调试机房防护大门外 30cm, 过道	透视	240000	70				1.97E-36
	摄影	600000	560				3.48E-11
9#—调试机房顶上 30cm, 空置区域	透视	240000	70				5.75E-34
	摄影	600000	560				4.35E-10

*：根据建设单位提供资料，DSA 平板探测器（即影像接收器）的等效铅当量不低于 11.5mmPb（详见附件 5），主射线受到平板探测器+机房的屏蔽作用。

(2) 散射辐射剂量率预测计算

由《辐射防护手册（第一分册）》（李德平、潘自强著）给出的X射线机散射线在关注点的周比释动能计算公式（公式 10.10）进行推导，得到散射线在关注点处的辐射剂量率 H_s 的计算公式（推导中，将原公式中的使用因子、居留因子均取为 1）：

$$H_s = \frac{H_0 \cdot I \cdot a \cdot (s/400) \cdot B_s \cdot K}{d_0^2 \cdot d_s^2} \quad \text{公式 11-4}$$

式中： H_0 —X 射线机发射率常数（当管电流为 1mA 时，距离阳极靶 1m 处由主束产生的比释动能率）， $\text{mGy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ，本项目 125kV 管电压下取 $600000 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ，70kV 管电压下取 $240000 \mu\text{Gy} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mA}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ；

I —管电流，mA；本项目透视、摄影模式下使用的最大管电流分别为 70mA、560mA；

a —受照物体对 X 射线的散射照射量与入射照射量之比值，由《辐射防护手册（第一分册）》表 10.1 中查取。本项目射线装置测试机房内设备主射线可朝向各个方向，则散射线随之也可朝向各个方向。当主射线向上或向下时，四周墙体主要考虑 90° 方向散射线的影响；当主射线水平方向时，四周墙体需考虑 90° 、 180° 方向散射线的影响。70kV 时 a 值取 0.0005（ 90° ）、0.0013（最接近 180° 的 135° ），125kV 时 a 值取 0.0015（ 90° ）、0.0025（最接近 180° 的 135° ）；保守计算考虑，取能导致每面墙最大剂量率的值计算；

S —散射面积，本项目调试模型最大散射面积为 $12\text{cm} \times 12\text{cm}$ ；

d_0 —源至受照点的距离，根据设备参数确定，本项目取 d_0 取最小值 0.45m（符合 ICRP 33 号报告第 98 段关于使用固定式 X 线透视检查设备的焦皮距的要求）；

d_s —受照体至关注点的距离。

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2，100kV 时 K 值取 1.70，70kV 时取 1.60；

本项目最大管电压（摄影 125kV，即 0.125MV；透视 70kV，即 0.07MV）下有用线束（初级 X 射线）的散射线，其能量偏保守取有用线束侧向（散射角 $\theta=90^\circ$ ）的一次散射线能量，可借鉴康普顿散射定律计算一次散射线能量 E 与入射的初级 X 射线能量 E_0 之比值 $E/E_0=1/[1+E_0(1-\cos\theta)/0.511]$ ，继而计算一次散射线能量 E 。摄影对应的 kV 值为 $125\text{kV} \times 0.803=100.4\text{kV}$ ，近似取为 100kV；透视 kV 值为 $70\text{kV} \times 0.880=61.6\text{kV}$ ，保守按 70kV。再从 NCRP147 报告 TABLE C.1 中查取对应于

100kV、70kV 的 α 、 β 、 γ 数值，具体见表 11-1。

表 11-6 关注点处散射辐射剂量率计算结果

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I (mA)	X (mmPb)	a	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—调试机房东侧防护门外 30cm, 控制室	透视	240000	70						2.68E-10
	摄影	600000	560						3.65E-02
2#—调试机房观察窗外 30cm, 控制室	透视	240000	70						3.01E-10
	摄影	600000	560						4.09E-02
3#—调试机房东墙外 30cm, 控制室	透视	240000	70						2.68E-10
	摄影	600000	560						3.65E-02
4#—调试机房南侧 30cm, 电波暗室	透视	240000	70						1.36E-09
	摄影	600000	560						1.85E-01
5#—调试机房西侧防护门外 30cm, 过道	透视	240000	70						4.89E-10
	摄影	600000	560						6.65E-02
6#—调试机房西侧 30cm, 研发实验室楼外	透视	240000	70						2.49E-10
	摄影	600000	560						3.39E-02
7#—调试机房北墙外 30cm, 过道	透视	240000	70						6.32E-12
	摄影	600000	560						1.51E-02
8#—调试机房防护大门外 30cm, 过道	透视	240000	70						2.97E-12
	摄影	600000	560						7.08E-03
9#—调试机房顶上 30cm, 空置区域	透视	240000	70						8.69E-10
	摄影	600000	560						1.18E-01

(3) 泄漏辐射剂量率预测计算

泄漏辐射剂量率 \dot{H}_L 采用下式计算：

$$\dot{H}_L = \frac{H_i \cdot B}{r^2} \cdot K \quad \text{公式 11-5}$$

式中： H_i —距靶 1m 处泄漏射线的空气比释动能率，mGy/h；本项目 1m 处泄漏射线的空气比释动能率取 1.0mGy/h；

B —机房各屏蔽体的泄漏射线屏蔽透射因子；

K —有效剂量与空气比释动能转换系数，Sv/Gy，查《用于光子外照射防护的剂量转换系数》（GBZ/T 144-2002）表 B2，对于本项目射线装置运行时最大管电压 125kV 时取 1.68。

将有关参数代入公式 11-5，计算射线装置测试机房周围关注点处的泄漏辐射剂量率，计算结果见表 11-7。

表 11-7 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mmPb)	r (m)	B	\dot{H}_L (μ Sv/h)
1#—调试机房东侧防护门外 30cm，控制室	1				5.23E-05
2#—调试机房观察窗外 30cm，控制室	1				5.86E-05
3#—调试机房东墙外 30cm，控制室	1				5.23E-05
4#—调试机房南侧 30cm，电波暗室	1				2.65E-04
5#—调试机房西侧防护门外 30cm，过道	1				9.53E-05
6#—调试机房西侧 30cm，研发实验室楼外	1				4.86E-05
7#—调试机房北墙外 30cm，过道	1				2.87E-05
8#—调试机房防护大门外 30cm，过道	1				1.35E-05
9#—调试机房顶上 30cm，空置区域	1				1.69E-04

(4) 关注点处预测计算结果汇总

由表 11-5 至表 11-7 计算结果可知，调试机房内 DSA 出束时，主射线由于受到影像接收器+机房的屏蔽，其对机房外影响较小，且主射线与散射线（180°）不在同一

方向，无叠加关系，因此主要考虑散射线和漏射线的影响。根据表 11-5 至表 11-7 计算结果，本项目射线装置测试机房外关注点处的辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-8。

表 11-8 射线装置测试机房外关注点处辐射剂量率计算统计结果

关注点位置	操作模式	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
		散射线	漏射线	合计
1#—调试机房东侧防护门外 30cm, 控制室	透视	2.68E-10	5.23E-05	5.23E-05
	摄影	3.65E-02		3.65E-02
2#—调试机房观察窗外 30cm, 控制室	透视	3.01E-10	5.86E-05	5.86E-05
	摄影	4.09E-02		4.09E-02
3#—调试机房东墙外 30cm, 控制室	透视	2.68E-10	5.23E-05	5.23E-05
	摄影	3.65E-02		3.65E-02
4#—调试机房南侧 30cm, 电波暗室	透视	1.36E-09	2.65E-04	2.65E-04
	摄影	1.85E-01		1.85E-01
5#—调试机房西侧防护门外 30cm, 过道	透视	4.89E-10	9.53E-05	9.53E-05
	摄影	6.65E-02		6.66E-02
6#—调试机房西侧 30cm, 研发实验室楼外	透视	2.49E-10	4.86E-05	4.86E-05
	摄影	3.39E-02		3.40E-02
7#—调试机房北墙外 30cm, 过道	透视	6.32E-12	2.87E-05	2.87E-05
	摄影	1.51E-02		1.51E-02
8#—调试机房防护大门外 30cm, 过道	透视	2.97E-12	1.35E-05	1.35E-05
	摄影	7.08E-03		7.09E-03
9#—调试机房顶上 30cm, 空置区域	透视	8.69E-10	1.69E-04	1.69E-04
	摄影	1.18E-01		1.18E-01

根据表 11-8 计算统计结果，本项目调试机房外关注点处的辐射剂量率满足参考标准《放射诊断防护要求》（GB 130-2020）的要求。

2.2 电波暗室辐射影响预测

为了进一步评价辐射防护效果，采用理论预测的方法进行影响分析。电波暗室外预测参考点选取如下：

- 1#—电波暗室东侧防护门外 30cm，设备存储区；
- 2#—电波暗室东墙外 30cm，设备间；
- 3#—电波暗室东墙外 30cm，控制室；
- 4#—电波暗室南侧 30cm，研发实验室楼外；
- 5#—电波暗室西侧 30cm，研发实验室楼外；
- 6#—电波暗室北墙外 30cm，调试机房；
- 7#—电波暗室顶上 30cm，空置区域。

在调试机房外布设 8 个预测参考点，预测点布设见图 11-2 所示。

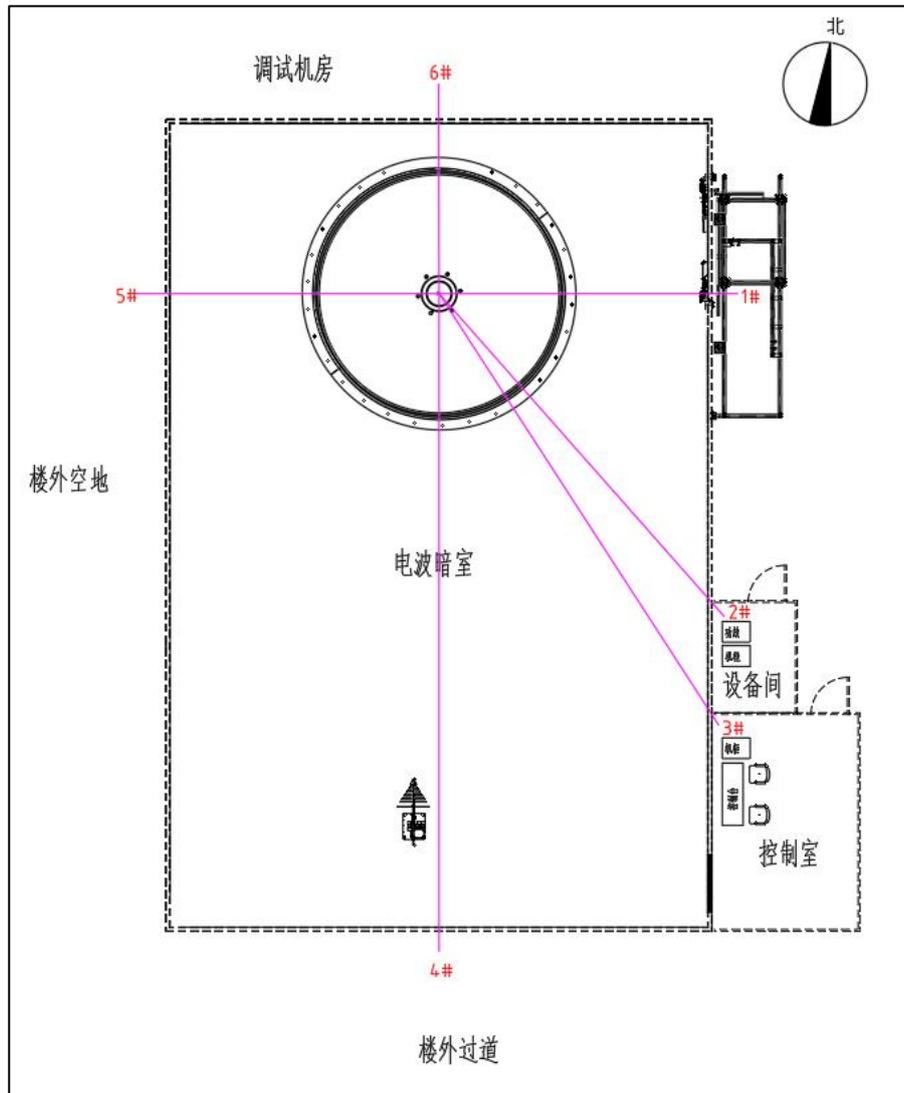


图 11-2 调试机房外预测参考点位示意图

(1) 关注点处有用线束辐射剂量率计算

有用线束所致参考点辐射剂量率利用公式 11-3 计算，结果列于表 11-9。

表 11-9 (a) 关注点处有用线束辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以下)

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I (mA)	X (mmPb)	B	d (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	透视	240000	70				1.93E-28
	摄影	600000	560				5.57E-08
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	透视	240000	70				1.15E-28
	摄影	600000	560				3.32E-08
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	透视	240000	70				3.43E-29
	摄影	600000	560				9.86E-09
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室外	透视	240000	70				1.73E-29
	摄影	600000	560				4.99E-09
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室外	透视	240000	70				1.55E-28
	摄影	600000	560				4.46E-08
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	透视	240000	70				3.21E-28
	摄影	600000	560				9.23E-08
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	透视	240000	70				3.79E-29
	摄影	600000	560				1.09E-08

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，-0.5m~2.5m 高度增设 2.5mm 铅板防护，保守计算仅考虑铅板的防护作用。

表 11-9 (b) 关注点处有用线束辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以上)

关注点位置	操作模式	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/(\text{mA}\cdot\text{h})$)	I (mA)	X (mmPb)	B	d (m)	H ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	透视	240000	70				9.82E-23
	摄影	600000	560				1.07E-05
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	透视	240000	70				6.55E-23
	摄影	600000	560				7.17E-06

3#—电波暗室东墙 外 30cm, 控制室	透视	240000	70				2.18E-23
	摄影	600000	560				2.39E-06
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室 楼外	透视	240000	70				1.14E-23
	摄影	600000	560				1.24E-06
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室 楼外	透视	240000	70				8.09E-23
	摄影	600000	560				8.85E-06
6#—电波暗室北墙 外 30cm, 调试机房	透视	240000	70				1.40E-22
	摄影	600000	560				1.53E-05
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	透视	240000	70				2.41E-23
	摄影	600000	560				2.63E-06

注：仅考虑影像接收器对主射线的屏蔽效果。

(2) 散射辐射剂量率预测计算

散射辐射剂量率按照公式 11-4 计算，计算结果见表 11-10、表 11-11。

表 11-10 (a) 关注点处透视工况散射辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以下)

关注点位置	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	I (mA)	X (mmPb)	a	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室 东侧防护门外 30cm, 设备存 储区	240000	70						6.81E-06
2#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	240000	70						4.07E-06
3#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	240000	70						1.21E-06
4#—电波暗室 南侧 30cm, 研 发实验室楼外	240000	70						6.10E-07
5#—电波暗室 西侧 30cm, 研 发实验室楼外	240000	70						5.46E-06
6#—电波暗室 北墙外 30cm, 调试机房	240000	70						1.13E-05

7#—电波暗室 顶上 30cm, 空 置区域	240000	70						1.34E-06
------------------------------	--------	----	--	--	--	--	--	----------

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，-0.5m~2.5m 高度增设 2.5mm 铅板防护。2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料等效铅当量 0.7。

表 11-10 (b) 关注点处透视工况散射辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以上)

关注点位置	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	I (mA)	X^* (mm 铁)	a	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室 东侧防护门外 30cm, 设备存 储区	240000	70						0.96
2#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	240000	70						0.64
3#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	240000	70						0.21
4#—电波暗室 南侧 30cm, 研 发实验室楼外	240000	70						0.11
5#—电波暗室 西侧 30cm, 研 发实验室楼外	240000	70						0.79
6#—电波暗室 北墙外 30cm, 调试机房	240000	70						1.37
7#—电波暗室 顶上 30cm, 空 置区域	240000	70						0.24

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，等效 6.45mm 铁。

表 11-11 (a) 关注点处摄影工况散射辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以下)

关注点位置	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	I (mA)	X (mmPb)	a	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室 东侧防护门外 30cm, 设备存 储区	600000	560						5.37
2#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	600000	560						3.21

3#—电波暗室 东墙外 30cm, 控制室	600000	560						0.95
4#—电波暗室 南侧 30cm, 研 发实验室楼外	600000	560						0.48
5#—电波暗室 西侧 30cm, 研 发实验室楼外	600000	560						4.30
6#—电波暗室 北墙外 30cm, 调试机房	600000	560						8.91
7#—电波暗室 顶上 30cm, 空 置区域	600000	560						1.05

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，-0.5m~2.5m 高度增设 2.5mm 铅板防护。2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料等效铅当量 0.7。

表 11-11 (b) 关注点处摄影工况散射辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以上)

关注点位置	H_0 ($\mu\text{Gy}\cdot\text{m}^2/$ ($\text{mA}\cdot\text{h}$))	I (mA)	X (mm 铁)	a	B_s	d_0 (m)	d_s (m)	H_s ($\mu\text{Sv/h}$)
1#—电波暗室 东侧防护门外 30cm, 设备存 储区	600000	560						1400
2#—电波暗室 东墙外 30cm, 设备间	600000	560						936
3#—电波暗室 东墙外 30cm, 控制室	600000	560						312
4#—电波暗室 南侧 30cm, 研 发实验室楼外	600000	560						163
5#—电波暗室 西侧 30cm, 研 发实验室楼外	600000	560						1160
6#—电波暗室 北墙外 30cm, 调试机房	600000	560						2010
7#—电波暗室 顶上 30cm, 空 置区域	600000	560						344

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，等效 6.45mm 铁。

(3) 泄漏辐射剂量率预测计算

表 11-12 (a) 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以下)

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mmPb)	r (m)	B	\dot{H}_L (μ Sv/h)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	1				4.71E-03
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	1				2.81E-03
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	1				8.34E-04
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	1				4.22E-04
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	1				3.77E-03
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	1				7.82E-03
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	1				9.24E-04

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，-0.5m~2.5m 高度增设 2.5mm 铅板防护，2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料等效铅当量 0.7。

表 11-12 (b) 关注点处泄漏辐射剂量率计算结果 (2.5m 高度以上)

关注点位置	H_i (mGy/h)	X (mm 铁)	r (m)	B	\dot{H}_L (μ Sv/h)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	1				2.60E-02
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	1				1.73E-02
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	1				5.77E-03
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	1				3.01E-03
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	1				2.14E-02
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	1				3.71E-02
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	1				6.37E-03

注：电波暗室四面墙体和顶部通铺 2.5mm 钢板+6mm 铁氧体材料，等效 6.45mm 铁。

由表 11-9 至表 11-12 计算结果可知，电波暗室内 DSA 出束时，主射线由于受到

影像接收器+机房的屏蔽，其对机房外影响较小，且主射线与散射线（180°）不在同一方向，无叠加关系，因此主要考虑散射线和漏射线的影响。根据表 11-9 至表 11-12 计算结果，本项目电波暗室外关注点处的辐射剂量率理论估算结果汇总见表 11-13、表 11-14。

表 11-13 (a) 电波暗室外关注点处辐射剂量率计算统计结果（透视工况，2.5m 高度以下）

关注点位置	X 射线辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
	散射线	漏射线	合计
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm，设备存储区	6.81E-06	4.71E-03	4.72E-03
2#—电波暗室东墙外 30cm，设备间	4.07E-06	2.81E-03	2.81E-03
3#—电波暗室东墙外 30cm，控制室	1.21E-06	8.34E-04	8.35E-04
4#—电波暗室南侧 30cm，研发实验室楼外	6.10E-07	4.22E-04	4.23E-04
5#—电波暗室西侧 30cm，研发实验室楼外	5.46E-06	3.77E-03	3.78E-03
6#—电波暗室北墙外 30cm，调试机房	1.13E-05	7.82E-03	7.83E-03
7#—电波暗室顶上 30cm，空置区域	1.34E-06	9.24E-04	9.25E-04

表 11-13 (b) 电波暗室外关注点处辐射剂量率计算统计结果（透视工况，2.5m 高度以上）

关注点位置	X 射线辐射剂量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）		
	散射线	漏射线	合计
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm，设备存储区	0.96	2.60E-02	0.99
2#—电波暗室东墙外 30cm，设备间	0.64	1.73E-02	0.66
3#—电波暗室东墙外 30cm，控制室	0.21	5.77E-03	0.22
4#—电波暗室南侧 30cm，研发实验室楼外	0.11	3.01E-03	0.11
5#—电波暗室西侧 30cm，研发实验室楼外	0.79	2.14E-02	0.81
6#—电波暗室北墙外 30cm，调试机房	1.37	3.71E-02	1.41
7#—电波暗室顶上 30cm，空置区域	0.24	6.37E-03	0.25

表 11-14 (a) 电波暗室外关注点处辐射剂量率计算统计结果 (摄影工况, 2.5m 高度以下)

关注点位置	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
	散射线	漏射线	合计
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	5.37	4.71E-03	5.37
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	3.21	2.81E-03	3.21
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	0.95	8.34E-04	0.95
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	0.48	4.22E-04	0.48
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	4.30	3.77E-03	4.30
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	8.91	7.82E-03	8.92
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	1.05	9.24E-04	1.05

表 11-14 (b) 电波暗室外关注点处辐射剂量率计算统计结果 (摄影工况, 2.5m 高度以上)

关注点位置	X 射线辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)		
	散射线	漏射线	合计
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	1400	2.60E-02	1400
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	936	1.73E-02	936
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	312	5.77E-03	312
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	163	3.01E-03	163
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	1160	2.14E-02	1160
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	2010	3.71E-02	2010
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	344	6.37E-03	344

根据表 11-13、表 11-14 计算统计结果, 本项目电波暗室内 DSA 以透视工况运行时, 机房外关注点处的辐射剂量率满足参考标准 GB 130-2020 中“6.3.1 a) 具有透视功能的 X 射线设备在透视条件下检测时, 周围剂量当量率应不大于 $2.5\mu\text{Sv/h}$ ”的要求; 电波暗室内 DSA 以摄影工况运行时, 机房外关注点处的辐射剂量率超过 $25\mu\text{Sv/h}$ 。

参考 GBZ 130-2020 中“6.3.1 c) 具有短时、高剂量率曝光的摄影程序（如 DR、CR、屏片摄影）机房外的周围剂量当量率应不大于 25 μ Sv/h，当超过时应进行机房外人员的年有效剂量评估，应不大于 0.25mSv”，因此本项目需对电波暗室外人员年有效剂量进行评估。

$$H_c = \dot{H}_{c,d} \cdot t \cdot U \cdot T \quad \text{公式 11-6}$$

上式中： H_c —参考点的年剂量水平， μ Sv/a；

$\dot{H}_{c,d}$ —参考点处剂量率， μ Sv/h；

t —工作时间，详见表 9-1；

U —射线装置向关注点方向照射的使用因子；

T —人员在相应关注点驻留的居留因子。

表 11-15 (a) 电波暗室外人员的年有效剂量（摄影工况，2.5m 高度以下）

关注点位置	t (h)	辐射剂量率 (μ Sv/h)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm，设备存储区	0.03	5.37	1.61E-04	0.25
2#—电波暗室东墙外 30cm，设备间	0.03	3.21	9.63E-05	0.25
3#—电波暗室东墙外 30cm，控制室	0.03	0.95	2.85E-05	0.25
4#—电波暗室南侧 30cm，研发实验室楼外	0.03	0.48	1.44E-05	0.25
5#—电波暗室西侧 30cm，研发实验室楼外	0.03	4.30	1.29E-04	0.25
6#—电波暗室北墙外 30cm，调试机房	0.03	8.92	2.68E-04	0.25
7#—电波暗室顶上 30cm，空置区域	0.03	1.05	3.15E-05	0.25

注：居留因子全部取 1。

表 11-15 (b) 电波暗室周围公众及辐射工作人员的年附加剂量（摄影工况，2.5m 高度以上）

关注点位置	t (h)	辐射剂量率 (μ Sv/h)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm，设备存储区	0.03	1400	4.20E-02	0.25
2#—电波暗室东墙外 30cm，设备间	0.03	936	2.81E-02	0.25

3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	0.03	312	9.36E-03	0.25
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	163	4.89E-03	0.25
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	1160	3.48E-02	0.25
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	0.03	2010	6.03E-02	0.25
7#—电波暗室顶上 30cm, 空置区域	0.03	344	1.03E-02	0.25

注：居留因子全部取 1。

本项目 DSA 在摄影工况下,电波暗室外周围剂量当量率大于 25 μ Sv/h;由表 11-15 计算结果可知,周围人员年有效剂量均不大于 0.25mSv。满足参考标准《放射诊断防护要求》(GB 130-2020)的要求。

3、辐射工作人员和公众剂量估算

3.1 调试机房外人员年有效剂量

按照公式 11-6 对调试机房周围公众及辐射工作人员年有效剂量进行计算,结果见表 11-16。

表 11-16 调试机房周围公众及辐射工作人员的年附加剂量

关注点位置	操作模式	t (h)	T	辐射剂量率 (μ Sv/h)	年有效剂量 H_{Er}^* (mSv/a)		剂量 约束值 (mSv/a)	保护目标 类型
1#—调试机房 东侧防护门外 30cm, 控制室	透视	40	1	5.23E-05	2.09E-06	9.40E-06	5	辐射工 作人员
	摄影	0.2		3.65E-02	7.30E-06			
2#—调试机房 观察窗外 30cm, 控制室	透视	40	1	5.86E-05	2.34E-06	1.05E-05	5	辐射工 作人员
	摄影	0.2		4.09E-02	8.19E-06			
3#—调试机房 东墙外 30cm, 控制室	透视	40	1	5.23E-05	2.09E-06	9.40E-06	5	辐射工 作人员
	摄影	0.2		3.65E-02	7.30E-06			
4#—调试机房 南侧 30cm, 电 波暗室	透视	40	1/4	2.65E-04	2.65E-06	1.19E-05	5	辐射工 作人员
	摄影	0.2		1.85E-01	9.25E-06			
5#—调试机房 西侧防护门外 30cm, 过道	透视	40	1/8	9.53E-05	4.76E-07	2.14E-06	0.1	公众
	摄影	0.2		6.66E-02	1.66E-06			

6#—调试机房 西侧 30cm, 研 发实验室楼外	透视	40	1/8	4.86E-05	2.43E-07	1.09E-06	0.1	公众
	摄影	0.2		3.40E-02	8.49E-07			
7#—调试机房 北墙外 30cm, 过道	透视	40	1/8	2.87E-05	1.43E-07	5.20E-07	0.1	公众
	摄影	0.2		1.51E-02	3.77E-07			
8#—调试机房 防护大门外 30cm, 过道	透视	40	1/8	1.35E-05	6.75E-08	2.45E-07	0.1	公众
	摄影	0.2		7.09E-03	1.77E-07			

注：调试机房顶上无人员居留。

由表 11-16 计算结果可知，本项目射线装置测试机房运行后，周围辐射工作人员年有效剂量最大为 1.19E-05mSv/a，周围公众年有效剂量最大为 2.14E-06mSv/a，均能满足 GB 18871-2002 的标准要求及本项目剂量约束值要求（辐射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

3.2 电波暗室外人员年有效剂量

按照公式 11-6 对电波暗室周围公众及辐射工作人员年有效剂量进行计算，结果见表 11-17。

表 11-17 (a) 电波暗室周围公众及辐射工作人员的年附加剂量（透视工况，2.5m 高度以下）

关注点位置	t (h)	T	辐射剂量率 (μ Sv/h)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	保护目标 类型
1#—电波暗室东侧 防护门外 30cm, 设 备存储区	20	1/4	4.72E-03	2.36E-05	0.1	公众
2#—电波暗室东墙 外 30cm, 设备间	20	1/4	2.81E-03	1.41E-05	5	辐射 工作人员
3#—电波暗室东墙 外 30cm, 控制室	20	1	8.35E-04	1.67E-05	5	辐射 工作人员
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室 楼外	20	1/8	4.23E-04	1.06E-06	0.1	公众
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室 楼外	20	1/8	3.78E-03	9.45E-06	0.1	公众
6#—电波暗室北墙 外 30cm, 调试机房	20	1/4	7.83E-03	3.92E-05	5	辐射 工作人员

注：电波暗室顶部无人员居留。

表 11-17 (b) 电波暗室周围公众及辐射工作人员的年附加剂量 (透视工况, 2.5m 高度以上)

关注点位置	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	20	1/32	0.99	6.19E-04
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	20	1/32	0.66	4.13E-04
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	20	1/32	0.22	1.38E-04
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	20	1/32	0.11	6.88E-05
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	20	1/32	0.81	5.06E-04
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	20	1/32	1.41	8.81E-04

注: 电波暗室顶部无人员居留。

由表 11-17 计算结果可知, 本项目电波暗室运行后, 透视工况对周围辐射工作人员及公众年有效剂量贡献值均能满足 GB 18871-2002 的标准要求及本项目剂量约束值要求 (辐射工作人员 5mSv/a, 公众 0.1mSv/a)。

表 11-18 (a) 电波暗室周围公众及辐射工作人员的年附加剂量 (摄影工况, 2.5m 高度以下)

关注点位置	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)	剂量约束值 (mSv/a)	保护目标 类型
1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	0.03	1/4	5.37	4.03E-05	0.1	公众
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	0.03	1/4	3.21	2.41E-05	5	辐射 工作人员
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	0.03	1	0.95	2.85E-05	5	辐射 工作人员
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	1/8	0.48	1.80E-06	0.1	公众
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	1/8	4.30	1.61E-05	0.1	公众
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	0.03	1/4	8.92	6.69E-05	5	辐射 工作人员

注: 电波暗室顶上无人员居留。

表 11-18 (b) 电波暗室周围公众及辐射工作人员的年附加剂量 (摄影工况, 2.5m 高度以上)

关注点位置	t (h)	T	辐射剂量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	年有效剂量 H_{Er} (mSv/a)
-------	---------	-----	-------------------------------	--------------------------------------

1#—电波暗室东侧防护门外 30cm, 设备存储区	0.03	1/32	1400	1.31E-03
2#—电波暗室东墙外 30cm, 设备间	0.03	1/32	936	8.78E-04
3#—电波暗室东墙外 30cm, 控制室	0.03	1/32	312	2.93E-04
4#—电波暗室南侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	1/32	163	1.53E-04
5#—电波暗室西侧 30cm, 研发实验室楼外	0.03	1/32	1160	1.09E-03
6#—电波暗室北墙外 30cm, 调试机房	0.03	1/32	2010	1.88E-03

注：电波暗室顶上无人员居留。

由表 11-18 计算结果可知，本项目电波暗室运行后，摄影工况对周围辐射工作人员及公众年的有效剂量贡献值均能满足 GB 18871-2002 的标准要求及本项目剂量约束值要求（辐射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

考虑 DSA 透视、摄影对周围人员的叠加剂量影响，辐射工作人员年有效剂量不会超过 $3.92 \times 10^{-5} + 6.69 \times 10^{-5} = 1.06 \times 10^{-4} \text{mSv/a}$ ，周围公众年有效剂量不会超过 $4.03 \times 10^{-5} + 2.36 \times 10^{-5} = 6.42 \times 10^{-5} \text{mSv/a}$ ，均能满足 GB 18871-2002 的标准要求及本项目剂量约束值要求（辐射工作人员 5mSv/a，公众 0.1mSv/a）。

二、三废影响分析

1、臭氧和氮氧化物处理

DSA 在出束状态时，X 射线会使空气电离产生微量的臭氧（O₃）和氮氧化物（NO_x），少量臭氧和氮氧化物可通过测试机房内的动力排风系统排至外环境，臭氧在常温下约 50 分钟可自然分解为氧气，这部分废气对周围环境影响较小。

2、废水

主要是工作人员产生的生活污水，将接入市政管网，对周围环境影响较小。

3、固体废物

工作人员产生的生活垃圾，公司分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

事故影响分析

本项目 DSA 为 II 类射线装置，在射线装置开展性能测试及调试过程中，如果不

被安全管理或可靠保护，可能对误入机房的受照人员产生较严重放射损伤。因此本项目主要事故风险为：

(1) DSA 测试过程中时，人员误留、误入机房内，导致发生误照射。

(2) 测试人员违反操作规程或误操作，造成意外超剂量照射。

针对本项目可能发生的辐射事故，可采取以下的处理措施：

1) 立即按下设备操作位置或 DSA 上的急停按钮，切断装置的电源，组织人员保护现场，迅速报告单位管理部门进行事故处理，并上报生态环境等部门；

2) 迅速安排受照人员接受医学检查和救治；

3) 事故发生后，积极配合生态环境等管理部门做好事故调查和善后处理工作；

4) 对发生事故的射线装置，由设备工程师进行检测或维修，分析事故发生的原因，并提出改进意见。

公司应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生健康部门报告；并在2小时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生健康行政部门报告。

表 12 辐射安全管理

辐射安全与环境保护管理机构的设置

飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房，拟进行测试的 DSA 属 II 类射线装置，根据《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》的要求，生产、销售、使用 II 类射线装置的单位，应设有专门的辐射安全与环境保护管理机构，或者至少有 1 名具有本科以上学历的技术人员专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以文件形式明确管理人员职责。从事辐射工作的人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并考核。

根据上述要求，飞利浦医疗（苏州）有限公司已成立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。公司应根据本次新建 2 座射线装置测试机房项目修订相关文件，明确公司相关辐射项目的管理人员及其职责，将该项目辐射安全管理纳入公司的辐射安全管理工作中。飞利浦医疗（苏州）有限公司拟为本项目配备 8 名辐射工作人员，均为从公司现有辐射工作人员中调配。根据《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》（生态环境部，公告 2019 年 第 57 号）：“自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过生态环境部‘核技术利用辐射安全与防护培训平台’（网址：<http://fushe.mee.gov.cn>）报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效”。本项目拟配置的辐射工作人员证书到期后，须在生态环境部“核技术利用辐射安全与防护培训平台”报名参加“科研、生产及其他”类辐射安全与防护相关知识的学习，并参加考核，考核合格后方可上岗。根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，考核合格的人员，每 5 年接受一次再培训考核。

辐射安全管理规章制度

根据《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》、《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》和《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》的有关要求，使用放射源和射线装置的单位要“有健全操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案等，并有完善的辐射事故应急措施”。飞利浦医疗（苏州）有限公司为了满足与辐射防护相关法律法规的要求和 PHILIPS

集团内部管理要求，减少员工的电离辐射，已制定了《辐射安全管理》的管理规范，涵盖了辐射工作人员剂量限值、辐射工作人员培训、事故应急响应、设施维护等。建议飞利浦医疗（苏州）有限公司根据本次新建 2 座射线装置测试机房项目的特点及以下内容制定并完善相关制度，并落实到实际工作中，严格执行，加强辐射安全管理。

1) 操作规程：针对本项目 DSA 制定操作规程，明确辐射工作人员的资质条件要求、操作过程中采取的具体防护措施及步骤，重点是工作时必须佩戴个人剂量计和剂量报警仪或检测仪器，避免事故发生。

2) 岗位职责：明确与本次新建 2 座射线装置测试机房项目相关的管理人员、DSA 测试人员、维修人员的岗位责任，使每一个相关的工作人员明确自己所在岗位具体责任，并层层落实。

3) 辐射防护和安全保卫制度：根据单位的具体情况制定辐射防护和安全保卫制度，规定专人负责实时 DSA 项目防护与安全保卫工作，定期对辐射防护与安全保卫相关的用品、仪器进行检查。

4) 设备维修制度：明确 DSA 和辐射监测设备维修计划、维修的记录和在日常新建过程中维护保养以及发生故障时采取的措施，并做好记录。确保射线装置、安全措施（警示标志、工作状态指示灯）、剂量报警仪等仪器设备保持良好工作状态。

5) 人员培训计划和健康管理制：明确本项目的培训对象、内容、周期、方式以及考核的办法等内容，并强调对培训档案的管理，做到有据可查。相关辐射工作人员应及时学习最新的国家政策法规及标准，熟练掌握放射性防护知识、最新的操作技术。根据 18 号令及《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，辐射工作人员均可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台学习辐射安全和防护专业知识及相关法律法规并通过考核。

6) 监测方案：制订辐射工作人员剂量监测工作制度和工作场所定期监测制度。对辐射工作人员进行个人剂量监测并建立个人剂量档案，依据《江苏省辐射污染防治条例》（2018 年修正），在日常检测中发现个人剂量异常的，应当对有关人员采取保护措施，并在接到监测报告之日起五日内报告发证的生态环境、卫生和健康部门调查处理；公司应当按照有关标准、规范的要求定期对工作场所及周围环境进行监测或者委托有资质的机构进行监测，发现异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。

辐射监测

根据辐射管理要求，飞利浦医疗（苏州）有限公司拟配备 1 台辐射巡测仪，拟为本项目配备 4 台个人剂量报警仪，同时结合公司射线装置使用的实际情况，制定如下监测计划：

- 1) 委托有资质的单位定期对项目周围环境 X- γ 辐射剂量率进行监测，周期：1~2 次 / 年；
- 2) 辐射工作人员开展个人剂量监测，建立个人剂量档案；
- 3) 定期使用辐射监测仪器对项目周围辐射环境进行自检，并保留自检记录。

飞利浦医疗（苏州）有限公司须根据上述监测计划，明确监测频次和监测项目。监测结果定期上报生态环境行政主管部门。发现工作场所及周围环境监测结果异常情况的，应当立即采取措施，并在一小时内向县（市、区）或者设区的市生态环境行政主管部门报告。此外，根据《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》，使用放射源和射线装置的单位，应当对本单位的射线装置的安全和防护状况进行年度评估，并于每年 1 月 31 日前将年度评估报告上传至生态环境主管部门，年度评估发现安全隐患的，应当立即整改。

辐射事故应急

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等相关规定，辐射事故应急预案应明确以下几个方面：

- ①应急机构和职责分工；
- ②应急的具体人员和联系电话；
- ③应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备；
- ④辐射事故发生的可能、分级及应急响应措施；
- ⑤辐射事故调查、报告和处理程序。

对于在公司定期监测或委托监测时发现异常情况的，公司应根据《关于建立放射性同位素与射线装置事故分级处理报告制度的通知》（原国家环保总局，环发[2006]145号）和《江苏省辐射污染防治条例》等要求，发生辐射事故的，立即启动事故应急方案，采取必要防范措施，并在事故发生后1小时内向所在地生态环境和公安部门报告，造成或者可能造成人员超剂量照射的，还应当同时向卫生和健康部门报告；并在2小

时内填写《辐射事故初始报告表》，向当地生态环境部门和公安部门报告，造成或可能造成人员超剂量照射的，同时向当地卫生和健康行政部门报告。

表 13 结论与建议

结论

一、项目概况

项目名称：飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目

建设单位：飞利浦医疗（苏州）有限公司

建设地点：苏州工业园区钟园 258 号

建设内容与规模：

飞利浦医疗（苏州）有限公司拟在厂区内新建 1 座电波暗室，用于对公司生产的 Azurion 3/5/7 系列 DSA 进行电磁兼容性的测量；并在电波暗室北侧新建 1 座调试机房，用于 Azurion 3/5/7 系列 DSA 的生产、调试工作。

二、产业政策相符性

对照《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），本项目不属于其中“禁止类”、“淘汰类”项目，符合当前国家的产业政策。

三、实践正当性

本项目的运行，具有良好的社会效益和经济效益，经落实辐射防护屏蔽设计和安全管理措施后，本项目的建设和运行对受照个人和社会公众所带来的利益能够弥补其可能引起的辐射危害，符合《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）“实践的正当性”的原则。

四、选址合理性

飞利浦医疗（苏州）有限公司位于江苏省苏州市工业园区钟园路 258 号，公司东侧为凤里街，南侧为钟园路，西侧和北侧均为空地。本项目拟新建的电波暗室和调试机房均位于厂区研发实验室楼内，研发试验楼东侧为厂区内道路，南侧为过道及生产装配车间，西侧为厂内空地，北侧为厂区内道路。研发实验室楼为地上单层建筑，楼上无建筑，下方为土层。

拟建电波暗室位于研发试验楼内，占研发实验楼大部分面积，其东侧为控制室、设备间及设备存储区，南侧、西侧均为研发实验楼墙壁，北侧为调试机房拟建址；调试机房拟建址东侧为控制室，南侧为电波暗室拟建址，西侧为研发实验楼墙壁，北侧为楼梯间。

本项目拟新建的电波暗室、调试机房周围 50m 范围东侧、南侧、西侧均在飞利浦医疗（苏州）有限公司厂区范围内，北侧至厂外空地，50m 范围内均无学校、居民区等环境敏感点。项目运行后的环境保护目标主要是从事本项目的辐射工作人员、公司其他工作人员及周围其他公众等。

本项目选址及布局基本合理。

五、辐射环境现状评价

飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目拟建址及其周围环境 γ 辐射剂量率为 51nGy/h~73nGy/h，处于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平涨落范围内，属于江苏省环境天然 γ 辐射剂量本底水平。

六、环境影响评价

根据预测估算结果，飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目在落实本报告提出的各项辐射安全与防护措施的情况下，项目投入运行后对辐射工作人员和公众所受辐射剂量能够满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）中对职业人员和公众年有效剂量限值要求以及本项目管理目标限值要求（职业人员年有效剂量不超过 5mSv，公众年有效剂量不超过 0.1mSv）。

七、“三废”的处理处置

射线装置测试机房内的空气在 X 射线作用下分解产生少量的臭氧、氮氧化物等有害气体，通过动力排风装置排入大气，臭氧常温下约 50 分钟可自行分解为氧气，对周围环境影响较小；工作人员产生的生活污水，由公司厂区污水处理系统处理；工作人员产生的生活垃圾，分类收集后，将交由城市环卫部门处理，对周围环境影响较小。

八、主要污染源及拟采取的主要辐射安全防护措施

飞利浦医疗（苏州）有限公司新建 2 座射线装置测试机房项目所用 DSA 开机期间，产生的 X 射线为主要辐射环境污染因素。本项目射线装置测试机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志、工作状态灯和门机联锁装置，机房内外均拟设置急停按钮，电波暗室内设置视频监控，调试机房设置观察窗，为辐射工作人员配备个人防护用品。上述措施符合参考标准《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。

九、辐射安全管理评价

飞利浦医疗（苏州）有限公司已设立辐射安全与环境保护管理机构，指定专人专职负责辐射安全与环境保护管理工作，并以公司内部文件形式明确其管理职责。公司拟制

定辐射安全管理制度，建议根据本报告的要求，对照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，建立符合公司实际情况的、完善可行的辐射安全管理制度，并在日常工作中落实。

飞利浦医疗（苏州）有限公司需为本项目辐射工作人员配置个人剂量计，定期送有资质部门监测个人剂量，建立个人剂量档案；定期进行健康体检，建立个人职业健康监护档案。飞利浦医疗（苏州）有限公司已配备辐射巡测仪，并拟为本项目配备个人剂量报警仪共4台。此外，公司应根据相关标准要求，为辐射工作人员配备足够数量的个人防护用品和辅助防护设施。

综上所述，飞利浦医疗（苏州）有限公司新建2座射线装置测试机房项目在落实本报告提出的各项污染防治措施和管理措施后，该公司将具有与其所从事的辐射活动相适应的技术能力和相应的辐射安全防护措施，其运行对周围环境产生的影响能够符合辐射环境保护的要求，从环境保护角度论证，本项目的建设是可行的。

建议和承诺

1、该项目运行中，应严格遵循操作规程，加强对操作人员的培训，杜绝麻痹大意思想，以避免意外事故造成对公众和职业人员的附加影响，使对环境的影响降低到最低。

2、各项安全措施及辐射防护设施必须正常运行，严格按国家有关规定要求进行操作，确保其安全可靠。

3、公司在取得本项目环评批复，且具备辐射安全许可证申请条件后，应及时申请辐射安全许可证，并按照《建设项目竣工环境保护验收暂行办法》（国环规环评[2017]4号）第十二条“除需要取得排污许可证的水和大气污染防治设施外，其他环境保护设施的验收期限一般不超过3个月；需要对该类环境保护设施进行调试或者整改的，验收期限可以适当延期，但最长不超过12个月。”的规定时限要求开展竣工环境保护验收工作。

辐射污染防治“三同时”措施一览表

项目	“三同时”措施	预期效果	预计投资 (万元)
辐射安全管理机构	建立辐射安全与环境保护管理机构，或配备不少于1名大学本科以上学历人员从事辐射防护和环境保护管理工作。公司已设立专门的辐射安全与环境保护管理机构，并以文件形式明确管理人员职责。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
辐射安全和防护措施	电波暗室四侧墙体及防护门均为钢板+铅板+铁氧体材料，顶面为钢板+铁氧体材料；调试机房四面墙体及防护门均为铅板，顶面为铅板，观察窗为铅玻璃。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）及《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）的相关要求。	392
	安全措施（警示标志、工作状态指示灯等）：本项目射线装置测试机房入口处均拟设置“当心电离辐射”警告标志和中文警示说明；测试机房入口处均设置工作状态指示灯；测试机房设有门机联锁，操作位置均设置有急停按钮；测试的DSA均装有工作状态指示灯和急停按钮。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ130-2020）的相关要求。	
人员配备	辐射安全管理人员和辐射工作人员参加辐射安全与防护培训，考核合格后上岗。	满足《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》要求	/
	辐射工作人员在上岗前佩戴个人剂量计，并定期送检（两次监测的时间间隔不应超过3个月），加强个人剂量监测，建立个人剂量档案。		
	辐射工作人员定期（不少于1次/2年）进行职业健康体检，并建立放射工作人员职业健康档案。		
监测仪器和防护用品	拟配备辐射巡测仪1台。	满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》有关要求。	8
	拟为本项目配备个人剂量报警仪4台。	满足《放射诊断放射防护要求》（GBZ 130-2020）的相关要求。	
辐射安全管理制度	操作规程、岗位职责、辐射防护和安全保卫制度、设备检修维护制度、人员培训计划、监测方案、辐射事故应急措施等制度：根据环评要求，按照项目的实际情况，补充相关内容，建立完善、内容全面、具有可操作性的辐射安全规章制度。	已满足《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》相关要求。	/
总计	/	/	400

以上污染防治的措施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。

表 14 审批

下一级环保部门预审意见：

经办人

公章
年 月 日

审批意见

经办人

公章
年 月 日